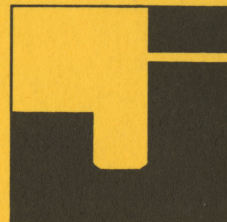


JERNINDUSTRIENS FORLAG



Auto-Elektro

Tændingsanlæg

1981

Instruktioner
Opgaver

Jern- og Metalindustrien

Forord

Denne lærebog er tilrettelagt til brug ved undervisningen i automekanikerbranchen for EFG-elever i 2. del, trin 1 b og lærlinge trin 3.

I begge tilfælde opfylder lærebogen kursusplanernes krav til undervisningens mål og indhold og kan således anvendes som eneste elevmateriale inden for fagområdet.

Lærebogen er udarbejdet på foranledning af Metalindustriens Lærlingeudvalg af faglærerne Hans Lauridsen og Anthon Sørensen i samarbejde med Jernindustriens Forlag. I lærebogen indgår der materiale fra forlagets tidligere udgivelser, ligesom en del af billedmaterialet er stillet til rådighed af Robert Bosch A/S, Ketner og Volvo Danmark A/S.

Lærebogen er opdelt i teoriinstruktioner og praktikopgaver.

Teoriinstruktionerne omfatter fysik, akkumulator, kontaktstyret spoletænding, tændingsregulering, tændrør, elektronisk tænding og fejlfinding.

Praktikopgaverne omfatter fejlfinding, reparation og kontrol af tændingsanlæg.

Bladene, der er perforeret og forsynet med huller, kan rives ud og indsættes i et ringbind, efterhånden som de anvendes.

Nummereringen af teoriinstruktioner og praktikopgaver er placeret øverst på siderne. Til brug ved undervisningen er lærebogen endvidere forsynet med fortløbende sidenummerering, der er placeret nederst på siderne.

Forlaget modtager gerne forslag til ændringer og rettelser på baggrund af erfaringer ved undervisningens gennemførelse.

Metalindustriens Lærlingeudvalg og Jernindustriens Forlag vil gerne takke Hans Lauridsen og Anthon Sørensen for deres medvirken ved udarbejdelsen af lærebogen.

København, august 1981

JERNINDUSTRIENS FORLAG

1

2

3

4



Nr.	TEORIINSTRUKTIONER	Side
1	Tænding generelt	1
2	Fysik	9
3	Akkumulator	43
4	Kontaktstyret spoletænding - Funktion	71
5	Tændingsregulering	93
6	Tændrør	105
7	Kontaktstyret spoletænding - Fejlfinding	119
8	Fejlfinding med oscilloskop	151
9	Elektrisk tænding - Generelt	163
10	Lucas elektronisk tænding med Hall-impulsgiver	169
11	Lucas elektronisk tænding med induktionsimpulsgiver	183
12	Bosch elektronisk tænding med Hall-impulsgiver	187
13	Bosch elektronisk tænding med induktionsimpulsgiver	193
14	Lumenition elektronisk tænding med infrarød lysgiver	203
Nr.	PRAKTIKOPGAVER	Side
1	Kontrol af akkumulator og starterkreds	207
2	Kontrol og reparation af tændingsanlæg	213
3	Udmåling og kontrol af tændingsregulering	233
4	Fejlfinding på elektronisk tændingsanlæg	241
5	Kontrol af tændingsanlæg med prøvebænk	245
6	Fejlfinding	251

1

2

3

4

1

2

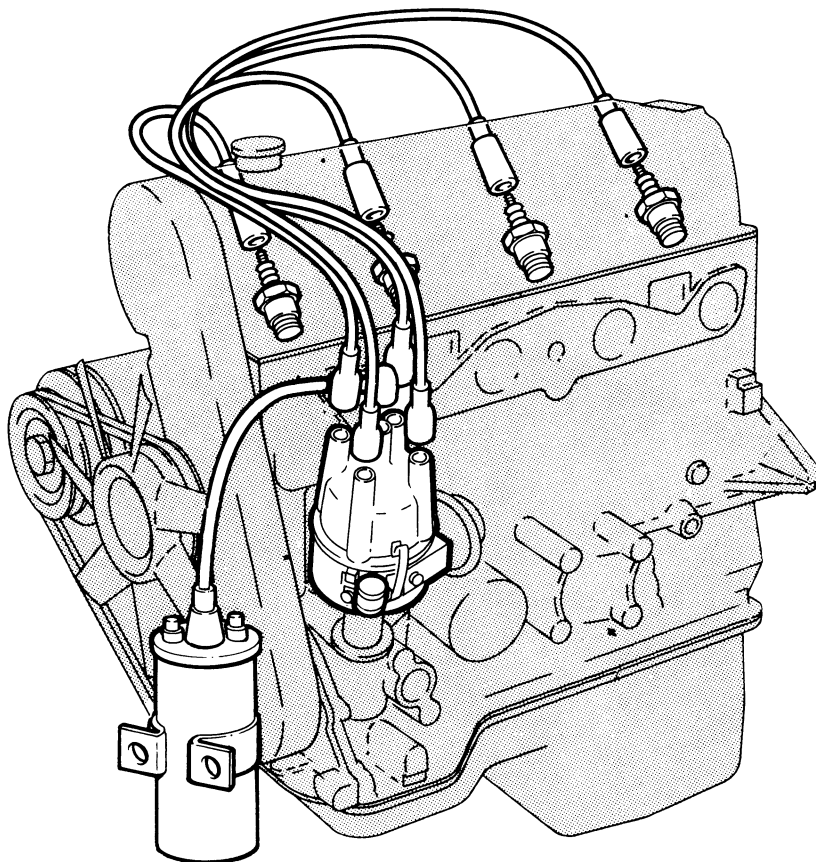
3

4



Formål

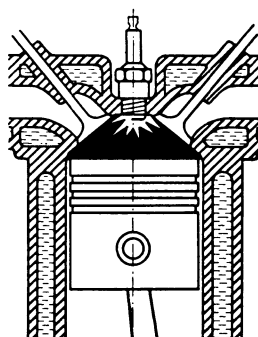
Til benzinmotor kræves et tændingsanlæg til antændelse af benzin/luftblandingen i motorens forbrændingsrum.



Antændelsen af blandingen sker ved varmen fra en gnist, der springer som en kortvarig lysbue mellem tændrørets elektroder. Gnisten har en temperatur på flere tusinde grader.

Den nødvendige spænding til at skabe gnisten kaldes tændspændingen. Tændspændingen er afhængig af motorens konstruktion, forholdene i forbrændingsrummet samt tændrøret.

Spændingen varierer mellem ca. 5000 volt og ca. 20 000 volt.



Betingelser for
sikker antændelse

For at gnisten kan antænde benzin- og luftblandingen under alle forhold kræves:

1. At benzin/luftblandingen har en gunstig sammensætning, således at den er tændbar.
2. At benzin/luftblandingen let kan komme frem til tændrørets elektroder. Afgørende herfor er gnistgabets stilling i forbrændingsrummet samt blandingens bevægelse.
3. At tændgnistens varighed og energi er tilstrækkelig til at antænde blandingen. Tændgnistens energi omsættes til varmeenergi. Er den fornødne energi ikke til stede, antændes blandingen ikke, selv om gnisten springer.

Tændenergi

En gunstig sammensat benzin/luftblanding kræver en tændenergi på 0,1 milliwattsekunder.

Både federe og magere blandinger kræver væsentlig mere energi. Energibehovet er særlig stort ved koldstart, hvor blandingens sammensætning ofte er ugunstig, og hvor tændrøret er koldt.

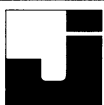
Tændingsanlægget skal afgive en tændenergi, der er tilstrækkelig til at sikre en sikker antændelse under alle forhold.

Former for
tændingsanlæg

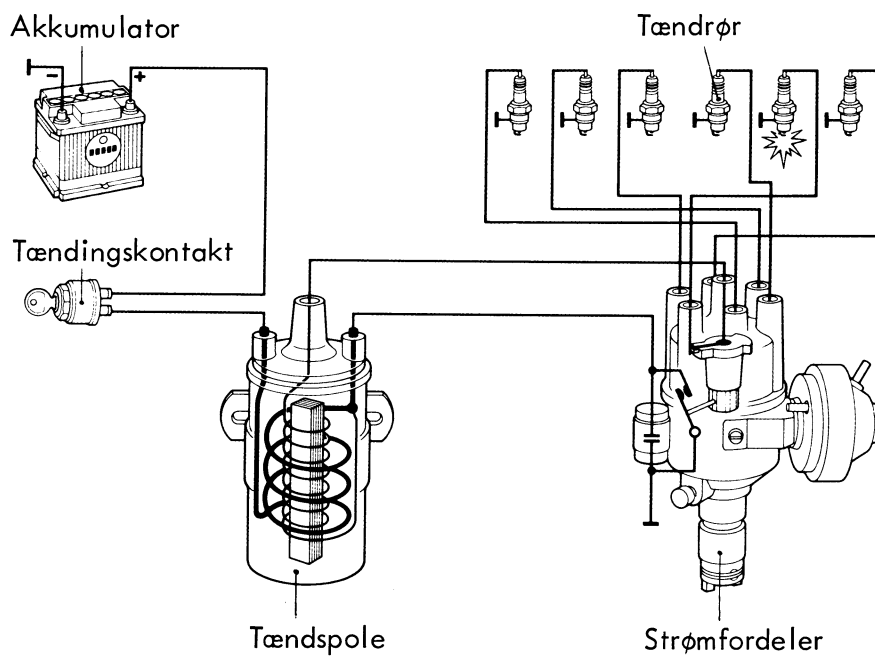
De mest anvendte former for tændingsanlæg er:

1. Kontaktstyret spoletænding
2. Kontaktstyret elektronisk spoletænding
3. Elektronisk styret spoletænding
4. Magnettænding
5. Kondensatortænding

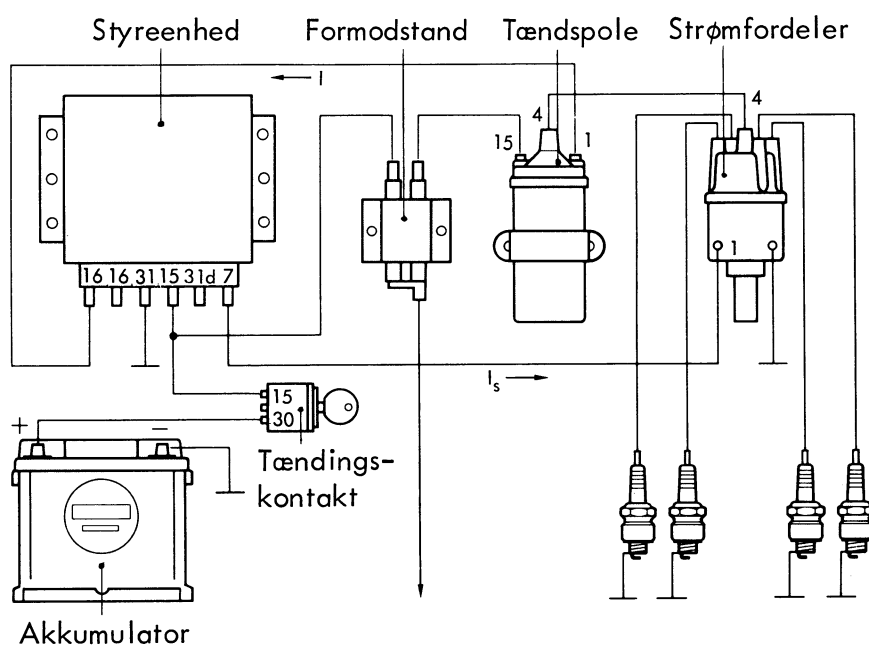
Magnettænding og kondensatortænding er ikke medtaget i denne lærebog på grund af anlæggenes ringe udbredelse til biler.



Kontaktstyret spoletændingsanlæg



Elektronisk styret spoletændingsanlæg

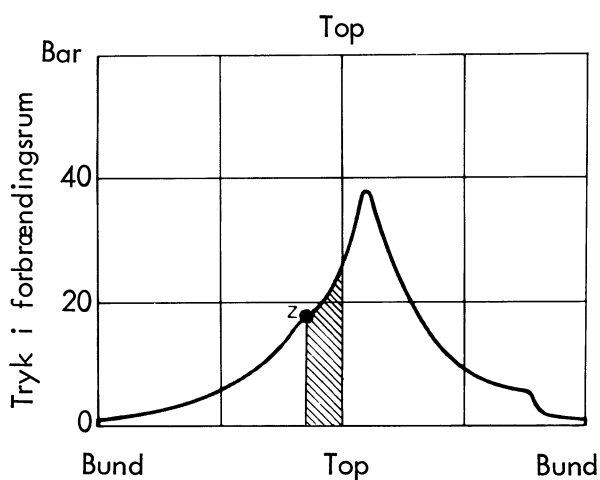
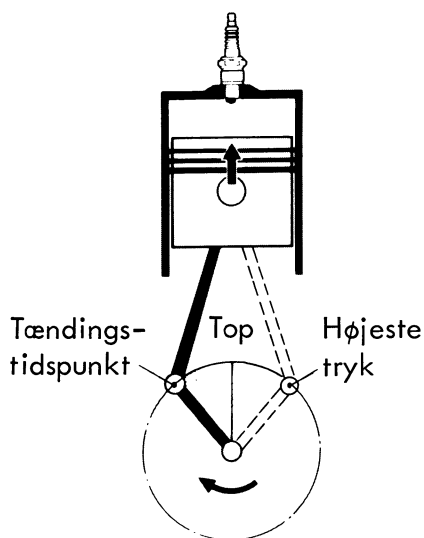


Tændings-
tidspunkt

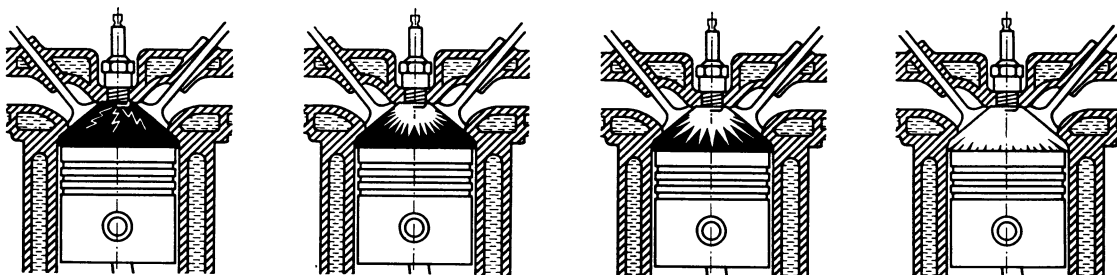
Tændingsanlægget skal ud over at sikre en sikker antændelse af benzin/luftblandingen sørge for, at antændelsen sker på det rigtige tidspunkt.

Tændingstidspunktet har stor betydning for motorens trækraft, benzinforbrug og levetid.

Tændingstidspunktet skal være således, at det højeste forbrændingstryk falder lige efter top, normalt 10° til 15° efter top.



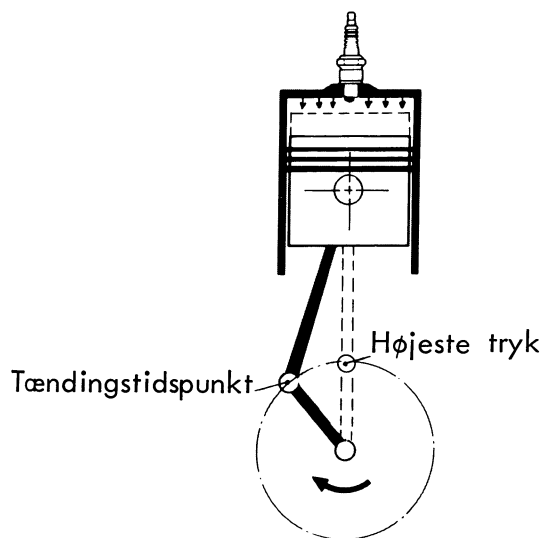
Der går gennemsnitlig ca. 2 millisekunder, fra gnisten springer ved tændrøret, til hele gasblandingen er forbrændt, og tændingen skal derfor ske nogle grader før top.



For tidlig
tænding

For tidlig tænding bevirker, at stemplet bremses i sin opadgående bevægelse.

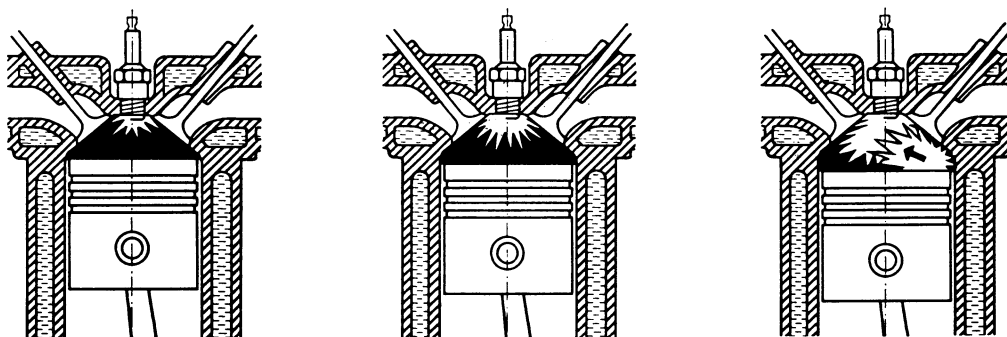
Forbrændingstrykket bliver betydeligt højere end normalt. Trykket kan ikke overføres af stemplet på grund af krumtappens stilling, og der opstår krafttab samt risiko for tændingsbankning og motorskader.

Tændings-
bankning

Tændingsbankning forekommer især ved kørsel med lavt omdrejningstal og stor belastning samt som højhastighedsbankning.

Tændingsbankning høres som en høj skarp bankelyd. Bankning ved høj hastighed kan ikke høres på grund af motorstøjen.

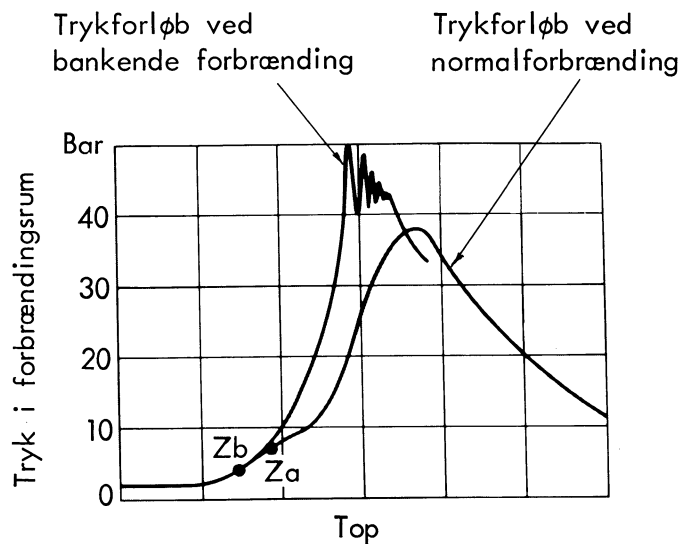
Tændingsbankning forekommer, når en del af benzin/luftblandingen selvantændes af varmen i forbrændingsrummet, inden den normale flammefront når frem.



Flammefronten fra selvantændelsen har en hastighed, der er ca. 10 gange større end den normale flammefront.

Motorskader ved
tændingsbankning

Tændingstidspunktet bliver for tidlig, og forbrændings-
trykket bliver unormalt højt ved tændingsbankning.



Vedvarende tændingsbankning forårsager alvorlige motor-
skader i form af bl.a. lejeskader og ødelagte stempler.

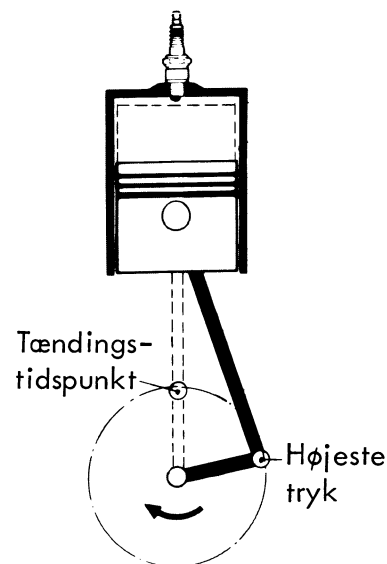
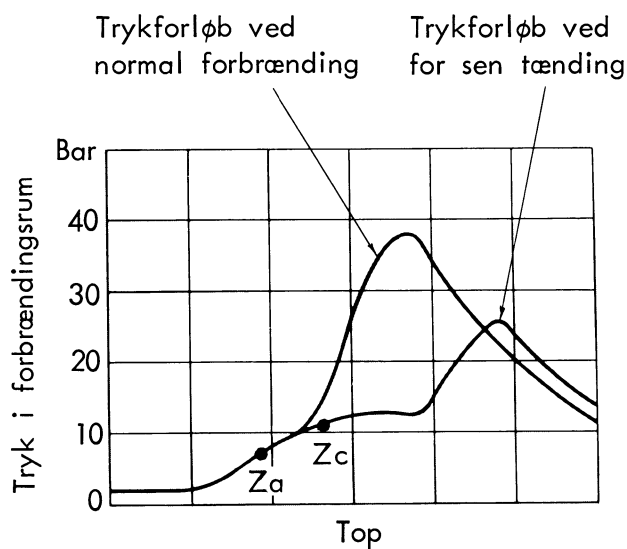




For sent tændings-
tidspunkt

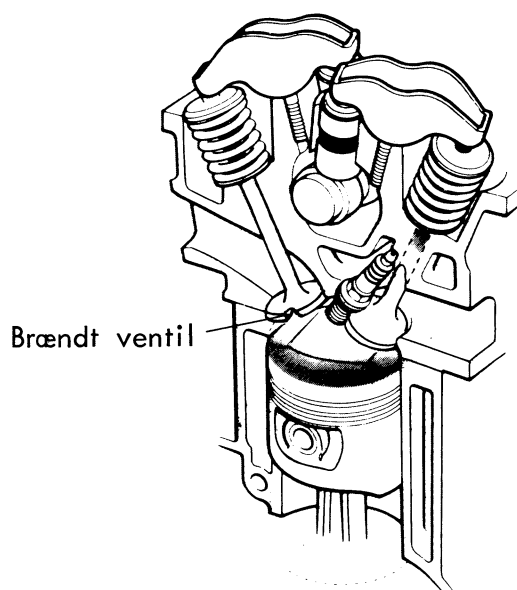
For sen antændelse af gasblandingen bevirker, at for-
brændingen slutter for sent.

Trykket på stemplet bliver mindre, fordi rumfanget over
stemplet er stort, på det tidspunkt forbrændingen er på
sit højeste.



Motorens trækraft falder, og motoren bliver for varm.
Dette skyldes, at forbrændingsvarmen forplanter sig til
motorens dele i stedet for at skabe tryk.

Der er endvidere risiko for, at udstødningsventilerne bræn-
der, idet forbrændingen ikke er afsluttet, når udstødnings-
ventilen åbner.

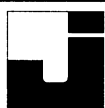


✓

✓

✓

✓



Elektricitet

Ordet kommer fra det græske ord elektron, der betyder "rav".

Frembringelse af elektricitet

Elektricitet kan frembringes på mange måder.

Nogle af de mest kendte er:

Statisk elektricitet ved gnidning.

Galvanisk elektricitet ved kemisk virkning.

Induceret elektricitet ved elektromagnetisme.

Foto-elektricitet ved lyspåvirkning.

Piezo-elektricitet ved mekanisk påvirkning.

Termo-elektricitet ved varmepåvirkning.

Statisk elektricitet

Erkendelse af elektricitet stammer tilbage fra før vor tidsregning og skyldes grækerne. Man fandt, at visse stoffer, f.eks. rav, kunne tiltrække små partikler som støv, fnug og lignende, når det blev gnedet med andre stoffer.

Stoffene var blevet elektriske, og man konstaterede, at der ved gnidning fremkaldtes to slags elektricitet, der opførte sig forskelligt, og man sluttede ud fra dette, at der fandtes to slags elektricitet, som senere fik betegnelsen positiv (+) og negativ (-) elektricitet.

De fremkomne elektricitetsmængder, ladninger, sidder "fastklæbede" på isolationsstofferne og kaldes statisk elektricitet, dvs. elektricitet der er i ro.

Statisk elektricitet er en elektricitetsform, som kun yderst sjældent kan udnyttes, og som i vor tid ofte optræder generende, idet store opsamlede statiske ladninger kan give anledning til gnistdannelse, den kraftigste form er lynene under tordenvejr.

Om elektriske ladninger gælder i øvrigt, at:

Ensartede ladninger frastøder hinanden, dvs. negativ ladning frastøder negativ, og positiv ladning frastøder positiv, forskelligartede ladninger tiltrækker hinanden.

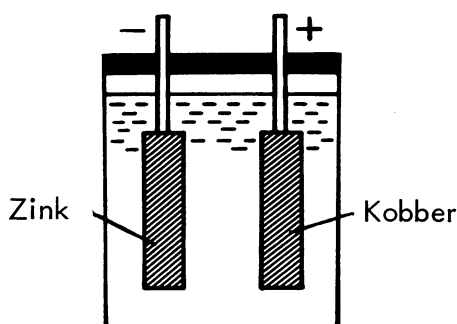


Kemisk frembringelse
af elektricitet

Anbringes to forskellige metalelektroder i en passende elektrolyt, vil elektroderne optage eller afgive ladning på grund af ionerne i elektrolytten.

Mellem de to metalelektroder vil der opstå en spændingsforskel, hvis størrelse afhænger af de anvendte elektrode-materialer.

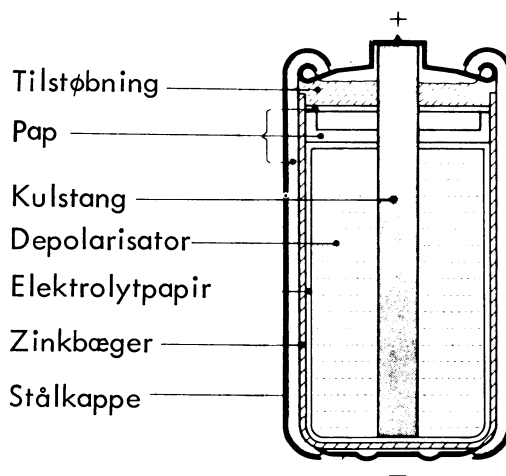
Ønsker man at udnytte en sådan spændingskilde, vælges materialer, der ikke er for kostbare, og som kan frembringe en passende spænding, f.eks. 1,5 V.



Tørelementet

Ved tørelementet anvendes kul som den ene elektrode (+) og zink som den anden (-).

Zinken er formet som et bæger, og i dets midte er kulstangen anbragt.





Elektrolytten er opsugt i et lag porøst papir, som er anbragt på indersiden af zinkbægeret.

Når der aftages strøm fra elementet, vil der udskilles brint fra kulstangen, og zinkbægeret vil gå i opløsning.

For at hindre brintudviklingen er kulstangen omgivet af en depolarisator bestående af fint pulveriseret kul.

Brinten "bindes" til depolarisatoren, hvorved der dannes vand.

Når zinkbægeret er gået i opløsning, vil elektrolytten kunne trænge ud og ødelægge omgivelserne, dersom elementet ikke udskiftes i løbet af få dage. Zinkbægeret er derfor i mange tilfælde omgivet af en stålkappe.

Akkumulatoren

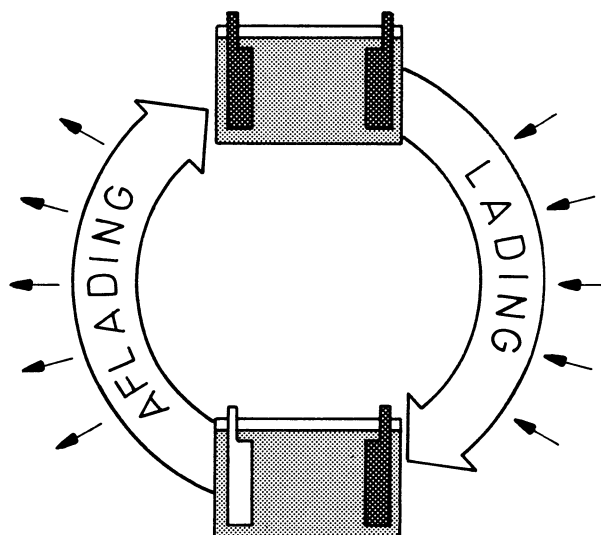
Akkumulatoren er også en kemisk spændingskilde.

Den hidtil mest almindelige er blyakkumulatoren, som består af blyplader anbragt i fortyndet svovlsyre.

Når der sendes strøm igennem en celle, vil den ene blyplade overtrækkes med et lag af bly og ilt, blyoverilte, som har en brunlig farve. De to plader er ikke mere ens og vil derfor have en spændingsforskel på ca. 2 V, når akkumulatoren er opladet. Ønskes højere spænding, serieforbindes flere celler.

I praksis kan den positive og den negative plade være udformet som blygitre, hvori der er presset findelt bly som en svampet masse, hvorved den aktive overflade bliver stor, og akkumulatoren får stor kapacitet.

Akkumulatoren har den fordel frem for tørelementet, at den kan oplades, når den er blevet afladet, elementer med zink og kul må derimod kasseres, når de er afladet.





Induktion

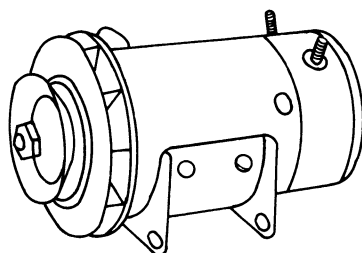
Den mest almindelige form for spændingskilde er den mekanisk drevne generator, dynamo.

Når en elektrisk leder bevæges på tværs af magnetiske kraftlinier, vil der induceres en spænding i lederen.

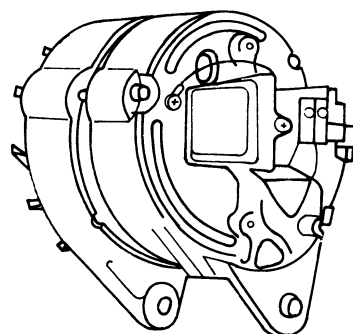
I praksis er lederen anbragt på en ståltromle, der roterer i et magnetfelt.

Alt efter konstruktionen vil generatoren frembringe en jævnspænding eller en vekselspænding.

Jævnstrømsdynamo



Vekselstrømsgenerator



Termo-elektricitet

Bringes to forskellige metaller i direkte berøring med hinanden ved lodning eller svejsning, vil der kunne vandre frie elektroner fra det ene metal til det andet, og der vil derved opstå en spændingsforskel, som er afhængig af temperaturen.

Et sådant "loddested" kaldes et termo-element.

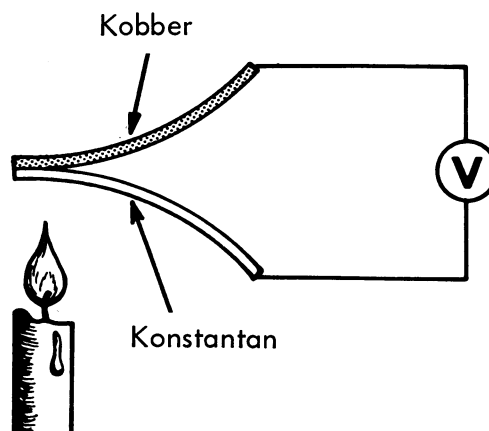




Foto-elektricitet

Elektricitet kan også frembringes af et fotoelement bestående af f.eks. kobberoxyd.

Belyses materialet, vil det afgive en elektrisk spænding, hvis størrelse afhænger af lysstyrken.

Fotoelementet anvendes til belysningsmålere og som solbatterier til drift af kommunikationsudstyr i satellitter.

Piezo-elektrisk effekt

Under omdannelse af mekanisk energi til elektrisk energi kan også nævnes piezo-elektriske krystaller.

Det er krystaller, som er skåret og slebet i en bestemt vinkel til krystallets akser, så krystallet bliver i stand til at afgive elektriske spændinger ved mekanisk påvirkning som træk, tryk eller vridning.

Som eksempel på anvendelse af den piezo-elektriske effekt kan nævnes krystal-pick-up og krystalmikrofon.

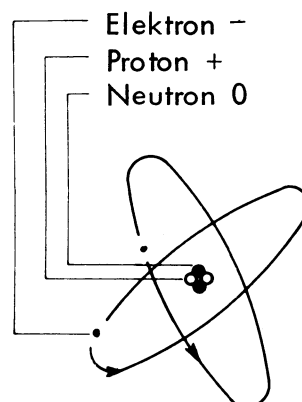
Grundstoffers opbygning

Alle stoffer er opbygget af molekyler, der igen er opbygget af atomer, som er de mindste dele, hvori et stof kan deles.

Atomerne for de forskellige stoffer er opbygget af en atomkerne, hvorom der kredser en eller flere elektroner, alt efter grundstoffets natur.

Atomkernen har en positiv ladning, og elektronerne har en negativ ladning, men de enkelte atomer virker udadtil uelektriske, fordi kernens positive ladning svarer til den negative ladning på de elektroner, der kredser omkring kernen.

Atomkernen består af et antal protoner og neutroner. Det er antallet af protoner og elektroner, der bestemmer grundstoffets art.



Protoner er positive og bærer positiv elektricitet.

Neutronerne er elektrisk neutrale.



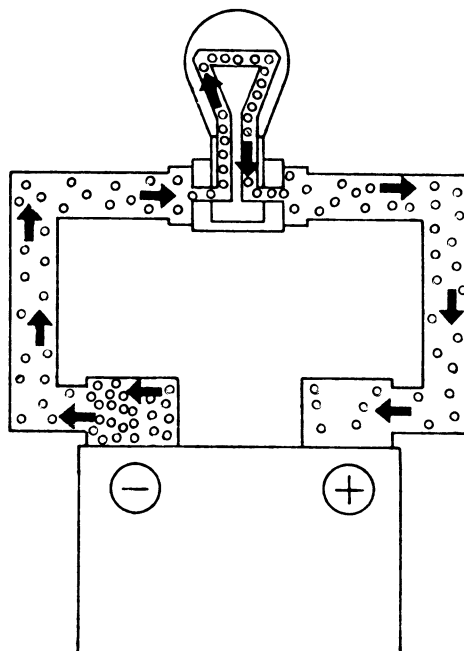
Et atom er ganske vist en meget lille størrelse, men set ud fra en elektrons synspunkt er der meget stor afstand mellem elektroner og atomkerner, samt mellem de enkelte atomer i stoffet.

Den elektriske strøm gennem en leder fremkommer ved, at der i visse stoffer, de såkaldte elektriske ledere, findes en del frie elektroner, som vandrer rundt mellem de forskellige atomer.

Strømretning

Forbindes en strømkilde, f.eks. et batteri, med en elektrisk leder, vil der, på grund af overskud af elektroner på batteriets negative pol og elektronunderskud på den positive pol, flyde en elektronstrøm gennem lederen i retningen fra batteriets negative pol (-) til den positive pol (+).

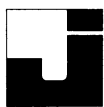
Elektronstrømmen vil blive ved med at flyde, lige så længe der er overskud af elektroner på den negative pol, eller indtil kredsløbet afbrydes.



Da elektroteknikken var i sin begyndelse, og man ikke kendte elektronerne, fastlagdes strømretningen som gående fra plus til minus.

Selv om vi i dag er klar over, at elektronbevægelsen går fra minus til plus, anvendes strømretningen fra plus til minus stadig i stor udstrækning.

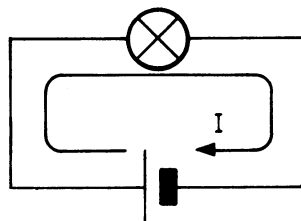
I det her foreliggende materiale er der ved kredsløb anvendt strømretningen fra plus til minus.



Jævnstrøm

Forbindes en lille glødelampe til en spændingskilde, element, vil der gå en strøm gennem lampen, og den vil lyse.

Strømmen vil hele tiden gå samme vej gennem kredsløbet, strømmen er en jævnstrøm.

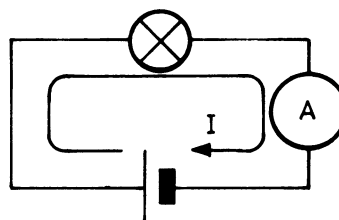


Som forkortelse for jævnstrøm anvendes ofte DC, direkt current.

Måleenhed for strøm er ampere.

Måling af strøm

Ved måling af strømstyrke i et kredsløb indskydes strømmåleren, amperemetret, i serie med kredsløbet, ledningen "klippes over".



Strømmen vil nu gå gennem instrumentet, og strømstørrelsen kan aflæses på skalaen.



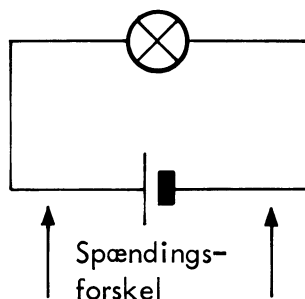
Jævnspænding

Da der kun går strøm, når frie elektroner bevæger sig, skal der være en kraft, som kan sætte disse elektroner i bevægelse. Kraften benævnes den elektriske spænding. På elementet findes en spænding, som driver elektronerne rundt i kredsløbet.

Spændingen vil stadigvæk være på elementet, selv om kredsløbet er afbrudt.

Da elementets spænding hele tiden vil forsøge at drive elektronerne samme vej, siges spændingen at være en jævnspænding.

Trykforskellen mellem elementets poler benævnes spændingsforskellen eller blot spændingen.



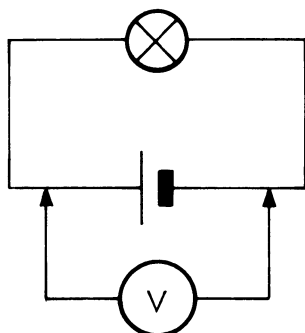
Måleenhed for spænding

Måleenheden for elektrisk spænding, U , er volt, V .

1 V , er den spænding, som fremkommer over en modstand på 1 ohm, når der sendes en strøm på 1 A gennem modstanden.

Måling af spænding

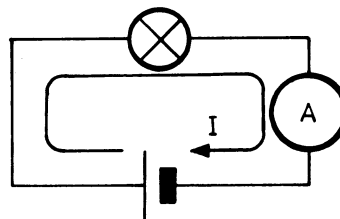
Ønsker man at måle spændingen, der driver strømmen rundt i kredsløbet, forbindes et voltmeter mellem spændingskildens klemmer. Spændingens størrelse kan da aflæses på skalaen.





Modstand

Forbindes en lampe til et element, vil der gå en strøm gennem lampen.



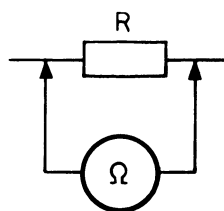
Da lampen består af en ganske tynd tråd, vil der være grænse for, hvor mange elektroner, strømstyrke, der kan passere tråden per tidsenhed. Tråden yder en modstand, R , overfor strømmen.

Måleenheden for elektrisk modstand er ohm, og som betegnelse anvendes Ω , omega.

Måling af modstand

Måling af modstand foretages med et ohmmeter.

Ohmmetret består principielt af et amperemeter med et indbygget batteri, som sender en lille strøm gennem modstanden R .



Strømmen måles med amperemetret, men skalaen er inddeelt, kalibreret, i ohm, og modstandsværdien kan derfor aflæses direkte på ohmmetrets skala.

Ledningsevne

I stedet for at angive et materiales modstand over for strøm kan man også angive materialets evne til at lede strøm.

En lille modstandsværdi svarer til en stor ledningsevne, medens en stor modstandsværdi svarer til en lille ledningsevne.

Præfikser Tilpasning af talstørrelser

Inden for elektroteknikken benyttes meget store og meget små værdier i forbindelse med måleenhederne og for at kunne arbejde med passende talstørrelser, anvendes nedenstående tillægsbetegnelser, kaldet præfikser.

Betegnelse	Forkortelse	Størrelse
Tera	T	10^{12}
Giga	G	10^9
Mega	M	10^6
Kilo	k	10^3
		$10^0 = 1$
Milli	m	10^{-3}
Mikro	μ	10^{-6}
Nano	n	10^{-9}
Pico	p	10^{-12}

Eksempler på anvendelse:

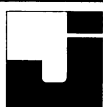
$$\begin{aligned}
 1 \text{ kV} &= 1000 \text{ V} \\
 1 \text{ mA} &= 0,001 \text{ A} \\
 1 \text{ } \mu\text{A} &= 0,000 \text{ } 001 \text{ A} \\
 1 \text{ M}\Omega &= 1000 \text{ } 000 \Omega = 1000 \text{ k}\Omega
 \end{aligned}$$

Elektriske ledere

Et materiales evne til at lede en elektrisk strøm afhænger af antallet af frie elektroner i det pågældende materiale.

Det er fortrinsvis metaller, der er gode ledere, men en del væsker, kaldet elektrolytter, kan også lede elektrisk strøm.

Strømtransporten i væsker foregår ofte ved ioner, dvs. atomer, hvor der enten er elektronoverskud eller elektronunderskud.

Specifik
modstand

Hvor godt et materiale leder strøm, afhænger af materialets specifikke modstand.

Ved et materiales specifikke modstand, ρ , forstås modstanden i 1 m lang leder med tværsnittet 1 mm² ved 20°C.

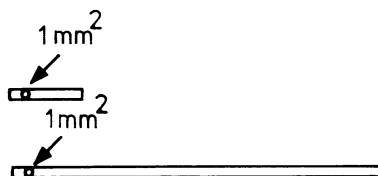
Den specifikke modstand for en del af de mest almindelige anvendte materialer er anført i nedenstående tabel. Der er samtidig anført temperaturkoefficienten.

Materiale	Specifik modstand	Temperatur koefficient
Aluminium	0,028	0,004
Bly	0,208	0,0038
Kadmium	0,07	0,0038
Fosforbronze	0,078	0,004
Guld	0,023	0,0037
Jern, rent	0,13	0,005
Kobber	0,0175	0,0042
Konstantan	0,5	$\pm 0,0002$
Kviksølv	0,958	0,0009
Nikkel	0,1	0,0047
Platin	0,1	0,0037
Silicium	0,6	-
Sølv	0,0163	0,004
Tin, rent	0,12	0,0046
Vismut	1,2	0,0042
Wolfram	0,055	0,004
Zink	0,062	0,0039

Modstandens afhængighed af trådlængde

I ledere af ens materiale og med samme trådtykkelse vil modstanden ændre sig i samme forhold som ændringen af længden.

En 5 gange længere tråd har således en 5 gange så stor modstand.



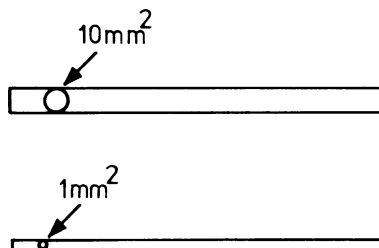
Modstanden er ligefrem proportional med trådens længde.



Modstandens afhængighed af tværsnitsareal

Ved tråde af samme materiale og længde har en tykkere tråd en mindre modstand end den tynde tråd.

En tråd med et tværsnitsareal på 1 mm^2 vil have en modstand, som er 10 gange større end en tråd, der har et tværsnitsareal på 10 mm^2 .



Modstanden er omvendt proportional med tværsnitsarealet.

Temperaturkoefficient

Undersøger man, om modstanden i en given tråd eller et bestemt modstandselement ændrer sig med temperaturen, vil man finde, at nogle modstandsmaterialer ikke ændrer sig.

Andre materialer yder stigende modstand ved stigende temperatur, medens andre materialer udviser faldende modstand ved stigende temperatur. Dette forhold kan udtrykkes ved en materialekonstant, der kaldes temperaturkoefficienten.

Angives en positiv værdi, vil det sige, at modstanden stiger med temperaturen.

Angives en negativ værdi, vil det sige, at modstanden falder ved stigende temperatur.

Isolationsmaterialer

Ligesom der ikke findes en ideel elektrisk leder, findes der heller ikke nogen helt ideel isolator.

Isolatorerne har dog så store specifikke modstandsværdier, at man i almindelighed kan betragte isolatorerne som ideelle.

I tabellen på næste side er angivet nogle typiske materialer, som anvendes inden for elektronikken.



Bemærk, at den specifikke modstand er angivet i $M\Omega/m$.

Materiale	Specifik modstand $M\Omega/m$
Porcelæn	10^{10}
Kvartsglas	10^{11}
Glimmer	10^{13}
Olie	10^5
Tørt papir	10^9
PVC	10^6
Polystyren	10^9
Bakelit	10^4
Gummi	10^7

De angivne værdier for specifik modstand gælder for tørre materialer.

Udsættes materialerne for fugt, vil flere af materialelemes isolationsegenskaber forringes væsentligt.

Elektriske halvledere

Et halvledermateriale er et materiale, som modstandsmæssigt ligger mellem lederne og isolatorerne.

Populært kan det siges, at et halvledermateriale er en dårlig leder og en dårlig isolator.

Absolut rent halvledermateriale er i princippet en isolator, men dette gælder kun ved meget lave temperaturer.

Ved stuetemperatur vil nogle af elektronene i materialet kunne løsnes og forårsage en strømtransport.

Halvledermaterialets ohmske modstand falder stærkt ved stigende temperatur, dvs. temperaturkoefficienten er negativ.

Der findes et umådeligt stort antal halvledermaterialer.

Inden for elektronikken anvendes følgende halvledermaterialer:

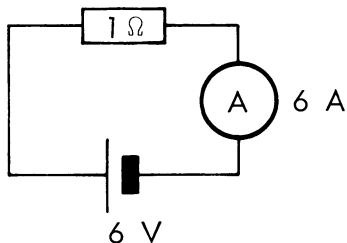
Silicium, Si
Germanium, Ge
Indium, In
Arsen, As
Selen, Se

Disse halvledermaterialer benyttes til fremstilling af dioder, transistorer og ensretterventiler.

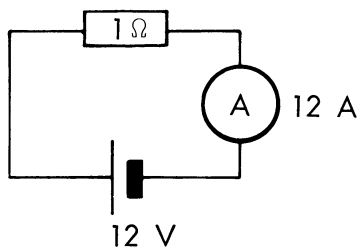


Strømmens afhængighed af spændingen

I et kredsløb med konstant modstand vil strømmen være bestemt af modstandens størrelse og den tilførte spænding.



Ændres spændingen, så den f.eks. er dobbelt så stor, vil strømmen i kredsløbet også fordobles.

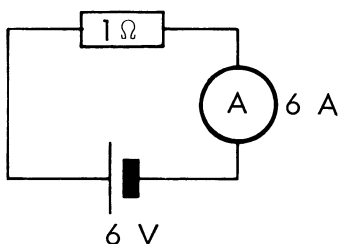


Øges spændingen 10 gange, vil strømmen også øges 10 gange.

Dette udtrykkes ved, at strømmen er proportional med spændingen.

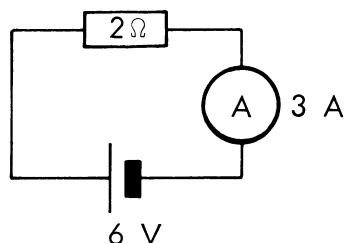
Strømmens afhængighed af modstanden

I et kredsløb, tilsluttet en konstant spænding, vil der gå en strøm, hvis størrelse er bestemt af modstanden.





Ændres kredsløbet, så modstanden f.eks. fordobles, vil strømmen falde til det halve.



Øges modstanden 10 gange, vil strømmen falde til 1/10 af den oprindelige strøm.

Dette udtrykkes ved, at strømmen er omvendt proportional med modstanden.

Ohms lov

Strømmens afhængighed af spænding og modstand kan sammenfattes til følgende forhold, som kaldes ohms lov:

$$\text{Strøm} = \frac{\text{Spænding}}{\text{Modstand}}$$

$$\text{eller } I = \frac{U}{R}$$

hvor I angives i ampere

U angives i volt

R angives i ohm

Omskrivning af ohms lov

Udtrykket for ohms lov

$$I = \frac{U}{R}$$

kan behandles som almindelige regneudtryk og omskrives, så den søgte størrelse placeres til venstre for lighedstegnet.

Skal spændingen beregnes over en kendt modstand, som gennemløbes af en kendt strøm, kan ohms lov omskrives til:

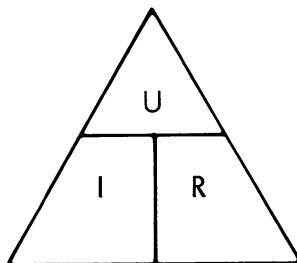
$$U = I \cdot R$$

Er det modstanden, der skal beregnes i et kredsløb, og strøm og spænding er kendte størrelser, omskrives ohms lov til:

$$R = \frac{U}{I}$$



For nemmere at kunne anvende ohms lov kan den skrives i en trekant.



Den søgte størrelse tildækkes, og man kan direkte aflæse, hvad der skal gøres ved de to kendte størrelser.

En vandret streg mellem de to kendte størrelser betyder division, at dele.

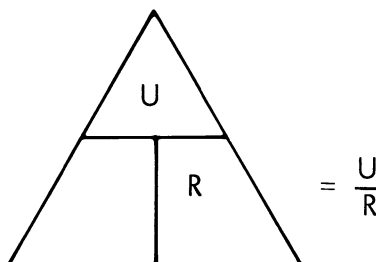
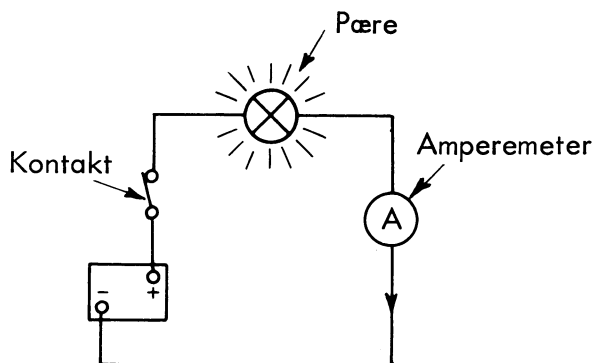
En lodret streg mellem de to kendte størrelser betyder multiplikation, at gange.

Beregnings- eksempler

Eksempel 1

I et kredsløb skal en akkumulator på 12 V levere strøm til en pære, der har en modstand på 3Ω .

Hvor stor en strøm leveres til pæren?



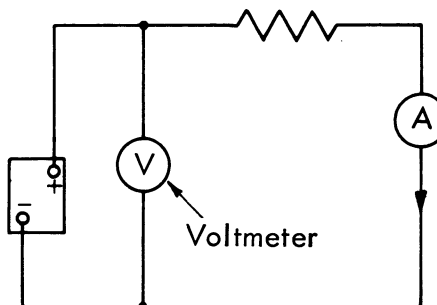
$$I = \frac{U}{R} = \frac{12}{3} = \underline{\underline{4 \text{ A}}}$$



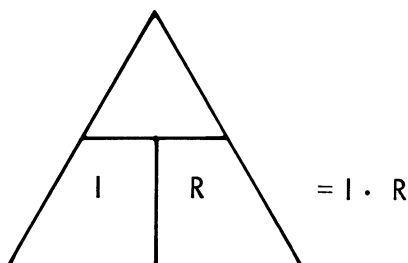
Eksempel 2

En modstand på 6Ω skal gennemløbes af en strøm på 2 A.

Hvor stor en spænding skal modstanden tilsluttes?



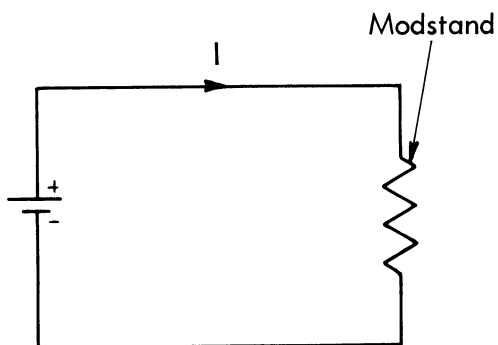
Spændingens størrelse kan måles ved at indskyde et volt-meter, spændingsmåler, parallelt i kredsløbet.



$$U = I \cdot R = 2 \cdot 6 = \underline{\underline{12 \text{ V}}}$$

Eksempel 3

Beregn modstanden i et kredsløb, når der ved en spænding på 220 V er en strøm på 5 A.



$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{5} = \underline{\underline{44 \Omega}}$$



Elektrisk effekt

Sendes en strøm gennem en glødelampe, vil glødetråden blive så varm, at den gløder op og lyser, herved omdannes elektrisk energi til varme og lys.

Den elektriske energi, der udvikles, kaldes den elektriske effekt, P , og måles i enheden watt, W .

Effektens størrelse

Øges strømmen gennem glødelampen, bliver tråden varmere, altså er effekten blevet større.

Øges spændingen over lampen, bliver tråden også varmere, altså afhænger effekten af såvel spænding som strøm.

$$P = U \cdot I [W]$$

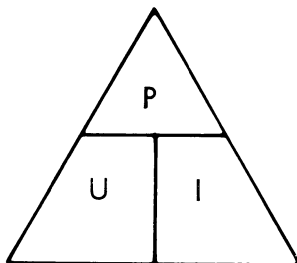
$$P = \text{Effekten i watt } [W]$$

Større effekter angives ofte i

kW = kilowatt

$1 kW = 1000 \text{ watt}$

Formlen kan også indskrives i en trekant.

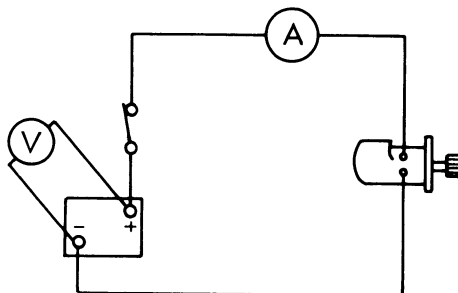


Anvendelsen er på samme måde som ved ohms lov.

Eksempel 1

En $12 V$ akkumulator leverer en strøm på $250 A$ til en starter.

Hvor stor er effektforbruget?



$$P = U \cdot I = 12 \cdot 250 = 3000 W = 3 kW$$



Elektrisk energi

Tilsluttes en lampe til lysnettet, afsættes der effekt i lampen. Det, der skal betales for, afhænger af den afsatte effekt og den tid, lampen er tændt.

Forbruget E er altså afhængig af effekten P og tiden t :

$$E = P \cdot t$$

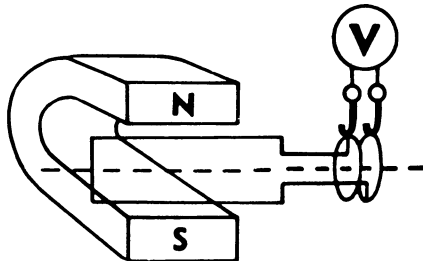
Forbruget angives i watt-sekunder, Ws , watt-timer, Wh , eller i kilowatt-timer, kWh .

Vekselspænding og vekselstrøm

Drejes en spole rundt i et magnetfelt med konstant hastighed, vil der ske følgende:

De to spolesider bevæger sig til hver sin side i magnetfeltet, og den inducerede spænding vil derfor være rettet i hver sin retning i de to spolesider, så man får summen af de inducerede spændinger ud af spolen.

I den viste stilling vil spolesiderne overskære det størst mulige antal kraftlinier for en bestemt vinkel, og spændingen bliver derfor størst mulig ved denne spolestilling.

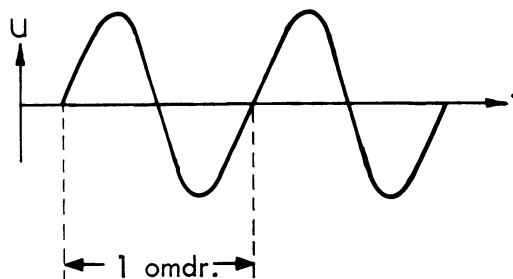


Betragtes forholdene et kvart omdrejning senere, vil begge spolesider bevæge sig på langs ad kraftlinieme, der overskæres ingen kraftlinier, og der induceres derfor heller ingen spænding.

Når spolen har bevæget sig endnu en kvart omdrejning, altså i alt en halv omdrejning, har man samme billede, som vist, men den spoledel, der er vist øverst, befinder sig nu forneden, hvilket er ensbetydende med, at spændingen nu har modsat retning af tidligere set fra de to kontaktringe, hvorfra spændingen tages.



Dersom magnetfeltet er et ensartet felt, vil den frembragte spænding være en sinusformet vekselspænding.



En vekselspænding er altså en spænding, som ustandselig skifter størrelse og polaritet. En vekselstrøm er tilsvarende en strøm, som hele tiden skifter størrelse og retning.

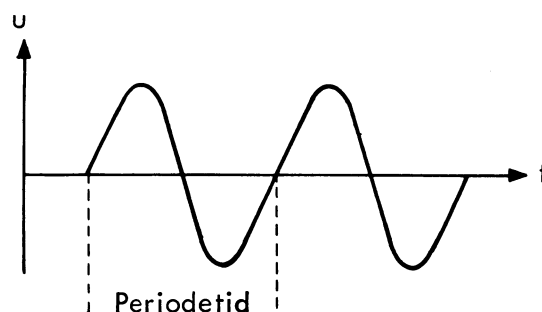
Angivelse af vekselspænding og vekselstrøm

Ved angivelse af vekselspændinger og -strømme anvendes små bogstaver, u og i , medens store bogstaver, U og I , anvendes ved jævnspændinger og -strømme.

Ofte anvendes forkortelsen AC, alternating current, ved angivelse af en vekselspænding eller vekselstrøm.

Periodetid

Den tid, der går med gennemløbet af en positiv og negativ halvbølge, kaldes periodetiden, t , eller svingningstiden.

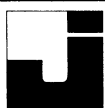


En hel periode består altså af en positiv og en negativ halvperiode.

Ved den sinusformede vekselspænding er de to halvperioder tidsmæssigt lige lange.

Frekvens

Antallet af perioder per sekund benævnes vekselspændingens eller -strømmens frekvens, f .



Permanente magneter

Magnetisme er opkaldt efter en lille by, Magnesia i Asien, hvor der i større mængder forekommer jernmalme med magnetiske egenskaber.

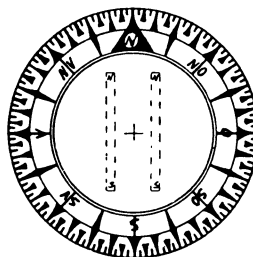
Foruden de i naturen forekommende magnetjernsten har kun jern samt nogle enkelte metaller som nikkel og kobolt magnetiske egenskaber.

Kompasset

Kompasset er opfundet af kineserne før Kristi fødsel, man benyttede naturlige magneter, dvs. fundne stykker af magnetjernsten.

Imidlertid opdagede man, at magnetismen lod sig overføre fra det naturlige magnetjern til andre jernstykker, og man bemærkede yderligere, at hærdet stål gav de mest holdbare magneter.

På almindelige skibskompasser fastgøres kompasnålen på undersiden af en kompasrose, som foruden nordretningen samtidig angiver alle andre kompasretninger.



Magnetiske kraftlinier

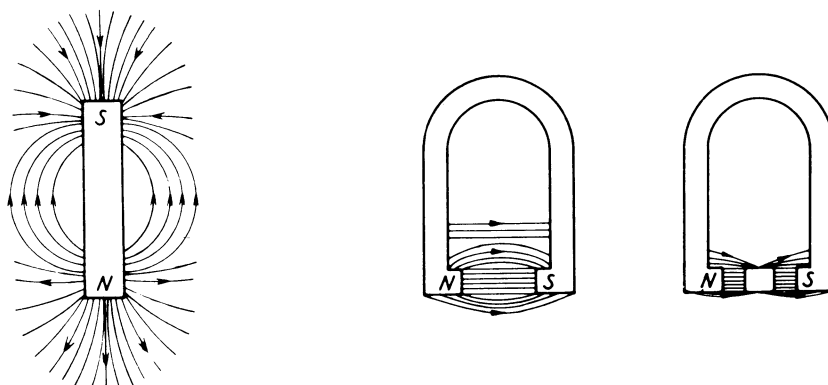
Anbringer man en magnets ene pol i nærheden af en anden magnets pol, vil der optræde en tiltrækning eller en frastødning. En magnetpols virkning strækker sig altså ud i rummet udenom. Man siger, at der uden om magneten findes et magnetisk felt.

Man tænker sig ofte feltets karakter anskueliggjort ved hjælp af magnetiske kraftlinier.



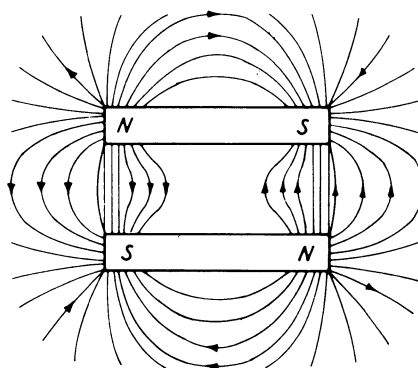
De magnetiske kraftlinier tænkes at udgå fra magnetens nordpol og vende tilbage til dens sydpol.

Inde i magneten går kraftlinierne videre fra sydpolen til nordpolen. De magnetiske kraftlinier danner altså lukkede kurver.

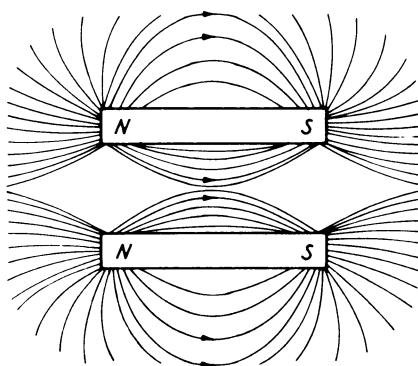


Nærmer man en magnets ene pol til en anden magnets pol, vil de to magneter enten frastøde eller tiltrække hinanden.

Uens poler tiltrækker hinanden



Ens poler frastøder hinanden



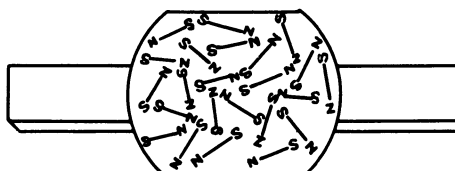


Opmagnetisering ved strygning

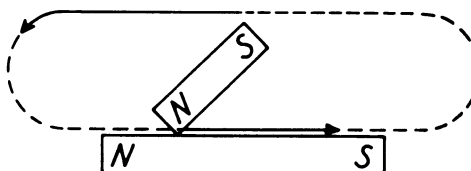
Permanente magneter fremstilles af hårdt stål og har den egenskab, at de holder magnetismen.

Opmagnetisering af en stålstang sker ved, at man stryger med en permanent magnet gentagne gange i samme retning og i hele stålstangens længde, hvorved det før umagnetiske stål omdannes til en magnet.

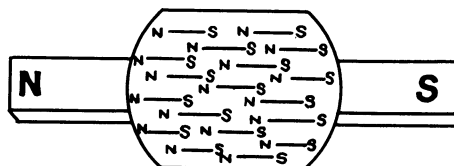
Et billede på, hvad der sker, kan man få ved at tænke sig, at det umagnetiserede stål indeholder en mængde småmagneter, som ligger hulter til bulter.



Ved strygning med en magnet ordnes disse småmagneter, så de kommer til at ligge med nordpolen i én retning og sydpolen i den modsatte retning.



Inde i stangen vil en lille magnets sydpol ligge imod en anden lille magnets nordpol, men ved stangens ender ligger en hel del nord- og sydpoler frit, hvorfor stålstangen får en magnetpol i hver ende.



I støbejern og blødt stål drejer småmagneterne sig lettere end i hårdt stål, men kommer til gengæld også lettere i uorden igen.

I f.eks. ankerblik, som er blødt stål, drejer småmagneterne sig på plads, så snart de udsættes for en magnetiserende kraft, men kommer delvis i uorden igen, så snart kraften ophører.

I hårdt stål kræver småmagneterne en stor kraft for at ordne sig, men beholder derefter deres stilling, selv om den magnetiske kraft ophører.

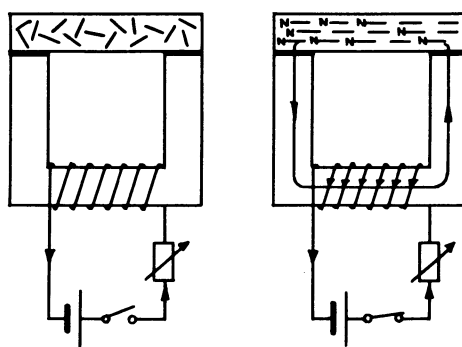


Opmagnetisering ad elektromagnetisk vej

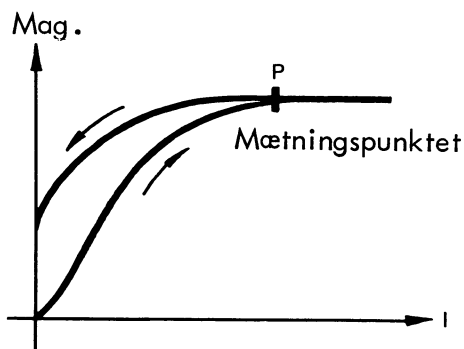
Det mest almindelige er at opmagnetisere ad elektromagnetisk vej.

Elektromagnetens spole tilsluttes en jævnspændingskilde, hvorved strømmen i spolen frembringer et magnetfelt, hvis retning er bestemt af strømretningen i spolen. Dette magnetfelt vil forløbe i kernen og gennem stålstangen.

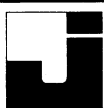
Når strømmen øges, og magnetfeltet derfor forstærkes, vil stålstangens småmagneter påvirkes, således at de drejer sig med nordpolerne i feltets retning.



Når samtlige småmagneter i stålstangen er bragt i orden, er mætningspunktet nået, dvs. at der ikke ved fortsat strygning eller større strøm i elektromagnetens spole opnås en forøgelse af stålstangens magnetiske kraft.



Den magnetisme, som bliver tilbage i stålstangen, kaldes den remanente magnetisme eller blot remanensen.



Strømmens magnetiske virkninger

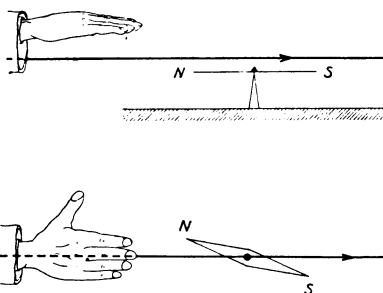
Den elektriske strøms magnetiske virkninger blev i 1819 til 1820 påvist af den danske professor H. C. Ørsted.

Han opdagede, at en bevægelig magnetnål bliver påvirket til drejning, når den anbringes i nærheden af en strømførende leder.

Retningen af udslaget findes ved hjælp af højrehandsreglen:

Man lægger højre hånd langs lederen med fingrene i strømmens retning og med håndfladen vendt mod magneten.

Magnetens nordpol vil da slå ud til den side, hvor tommelfingeren befinder sig.



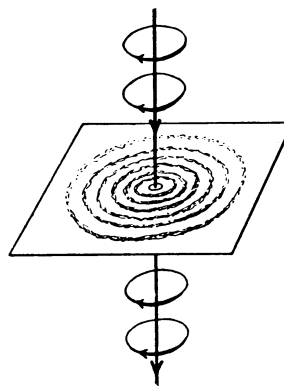
Strømmens magnetiske virkninger udnyttes i moderne elektricitetsproduktion, i motorer, mange apparater og instrumenter mv.

Lader man en strømførende leder gå gennem et stykke karton, der er bestrøet med jernfilspåner, vil disse ordne sig i cirkler omkring lederen.

Feltet er kraftigst inde ved lederen og aftager hurtigt udefter.

Retningen af feltet huskes lettest ved den såkaldte "proptrækkerregel":

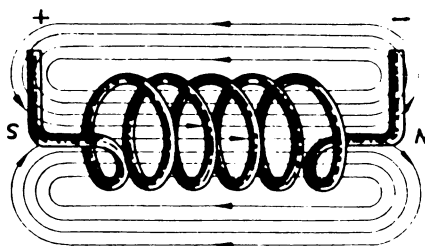
Skrues en højreskåren proptrækker frem gennem ledningen i strømmens retning, vil proptrækkerens omdrejningsretning angive feltretningen.





Elektromagnet

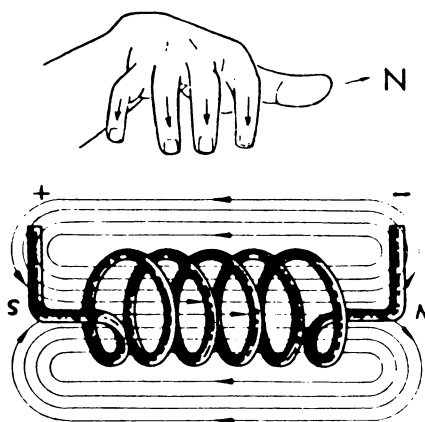
Er ledningen viklet i spoleform, vil de magnetiske felter i stedet for at løbe rundt om ledningen nu løbe rundt om hele spolen. Der er nu opstået et samlet magnetfelt med nordpol og sydpol.



Strømretningen i spolen er bestemmende for, hvordan polariteten i magnetfeltet bliver.

Hvis vi anvender højrehåndsreglen, kan nordpol og sydpol fastslås på følgende måde:

Når højre hånd holder omkring spolen med fingrene i strømmens retning, vil tommelfingeren angive magnetfeltets nordpol.



Spole med jernkeme

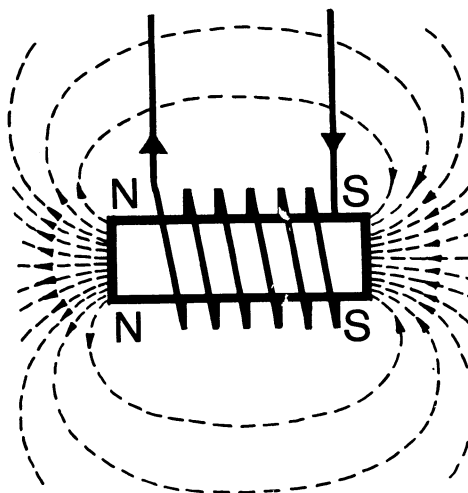
Anbringer man jernkeme i spolerne og sender samme strømstyrke gennem spolerne som før, vil virkningen blive kraftigere.

Det magnetiske felt er blevet mangedoblet.

Evnen til mangedoble magnetismen, som jernet her afslører, skyldes jernets permeabilitet.



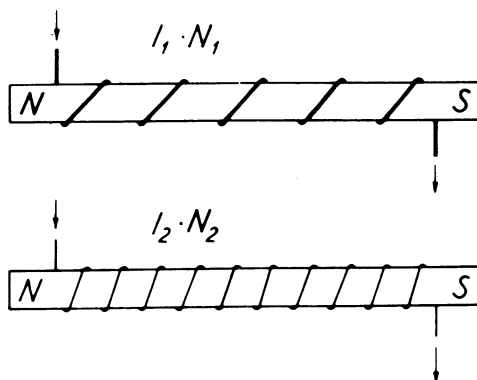
Permabiliteten er jernets magnetiske ledeevne, som angiver, hvor mange gange jernet leder magnetismen bedre end luft.



Det magnetiske felt

Magnetens styrke kan opgives i amperevindinger. Amperevindingstallet fremkommer ved at gange ampere med antal vindinger.

Amperevindingsantallet bestemmer styrken af magnetfeltet ved en given kerne og kan opnås med en stor strøm og få vindinger eller en lille strøm og mange vindinger.





Eksempel på 1000 AV

$$100 \text{ vind.} \cdot 10 \text{ A} = 1000 \text{ AV}$$

$$500 \text{ vind.} \cdot 2 \text{ A} = 1000 \text{ AV}$$

$$1000 \text{ vind.} \cdot 1 \text{ A} = 1000 \text{ AV}$$

Eksempel på spole med 600 vindinger og strøm på 2,5 A

$$2,5 \cdot 600 = 1500 \text{ AV}$$

Hvor mange vindinger skal spolen have, hvis magnetiseringsstrømmen kun skal være 1,5 A?

$$1,5 \cdot N = 1500 \text{ AV}$$

$$N = \frac{1500}{1,5} = 1000 \text{ AV}$$

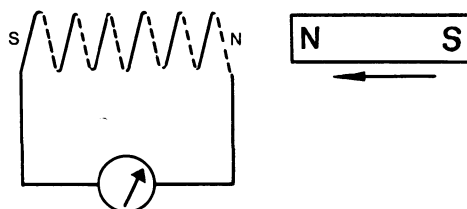
Elektrisk induktion

I år 1831 opdagede den berømte engelske fysiker Michael Faraday den elektriske induktion.

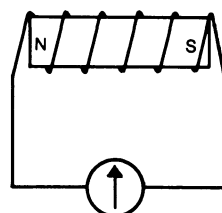
Faraday påviste, at der i en spole induceres en spænding, når den bevæges i et magnetfelt.

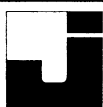
Hvis spolen indgår i et lukket elektrisk kredsløb, vil strømretningen være sådan, at den modvirker ændringen i de magnetiske forhold.

Skydes den viste permanente magnet ind i spolen, vil der induceres en spænding og dermed en strøm med en sådan retning, at spolen prøver at holde stangmagneten ude, dvs. spolen danner en nordpol til højre og en sydpol til venstre.

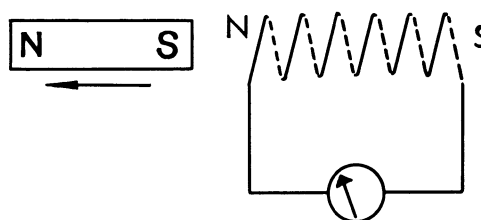


Når magneten er anbragt midt i spolen, vil den inducerede spænding være nul og dermed ingen strøm.





Trækker man på ny magneten ud af spolen, til venstre, vil der induceres en spænding og dermed strøm af modsat retning, idet der fremkaldes en sydpol i højre ende og en nordpol i venstre ende af spolen, som igen søger at undgå ændringen af de magnetiske forhold. Når magneten er trukket helt bort fra spolen, vil spænding og strøm være nul.



Der induceres altså kun spænding i spolen, så længe de magnetiske forhold ændres.

Den inducerede spændings størrelse afhænger af:

1. Den permanente magnets styrke.
2. Magnetens bevægelseshastighed.
3. Antal vindinger på spolen.

Det variable magnetfelt, som indvirker på lederen, behøver imidlertid ikke at stamme fra en bevægelig permanent magnet, men kan lige så godt komme fra en elektromagnet.

I visse tilfælde er det mere fordelagtigt at lade elektromagneten være stillestående, men ændrer magnetfeltet ved at ændre strømstyrken i magnetens spole.

Man taler da om elektrodynamisk induktion.

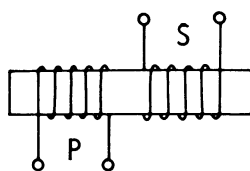


Transformation af spænding og strøm

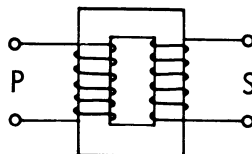
Ønskes en højere eller lavere spænding, indsættes en transformator, hvorved spændingen transformeres til den ønskede spænding.

En transformator består i princippet af to adskilte viklinger anbragt på en jernkerne.

Den vikling, som tilføres en spænding, kaldes primærviklingen P, medens den vikling, hvorfra spændingen eller strømmen aftages, kaldes sekundærviklingen S.

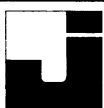


I praksis kan kernen udformes, så kraftlinierne forbliver inde i kernen, hvorved magnetiseringen af kernen bliver kraftigst ved mindst mulig strøm.



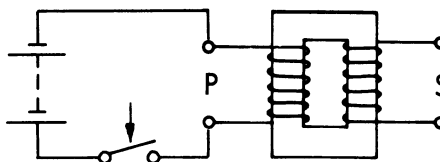
Kernen er opbygget af tynde jernplader, der er isoleret fra hinanden med lak eller et oxydlag for at forhindre, at der opstår for kraftige hvirvelstrømme.

Hvirvelstrømmene kan forårsage en uønsket opvarmning af transformatoren.



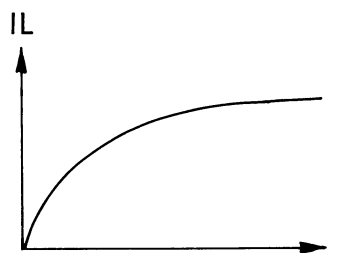
Strømmens
opvoksen

Tilsluttes primærspolen til en jævnspænding, vil den frembringe et magnetfelt, som bevirker, at der over spolen induceres en spænding med modsat rettet polaritet som den tilsluttede jævnspænding.

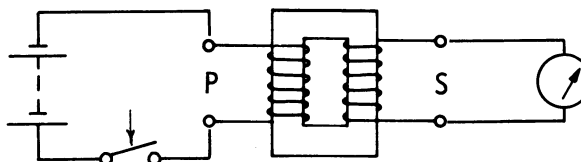


Den selvinducerede spænding vil forhindre strømmen gennem primærspolen i øjeblikkelig at opnå den maksimale størrelse, som er bestemt af spolens ohmske modstand.

Der går derfor en vis tid, inden strømmen er vokset op til det maksimale, efter spændingen er tilsluttet.



I det øjeblik, strømmen sluttes til primærspolen, vil der induceres en spænding i sekundærspolen med samme polaritet som selvinduktionsspændingen i primærspolen.

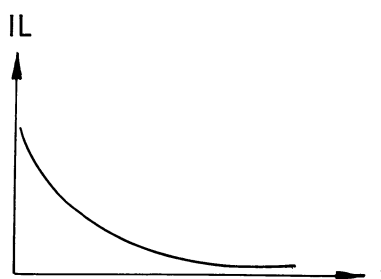
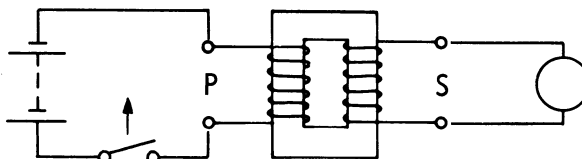




Strømmens aftagen

Afbrydes spændingskilden, vil strømmen få tendens til at ophøre, men i samme øjeblik svækkes magnetfeltet.

Magnetfeltets nedbrydning vil bevirke en induceret spænding, som søger at bibeholde strømmen gennem primærspolen.



Afhængig af strømmen i spolen og modstanden i det ydre kredsløb kan den inducerede spænding antage en anselig størrelse. Den kan blive så stor, at spolen ødelægges som følge af overslag mellem de enkelte vindinger eller vindingslag.

Spændingen danner også en kraftig lysbue ved kontakten.

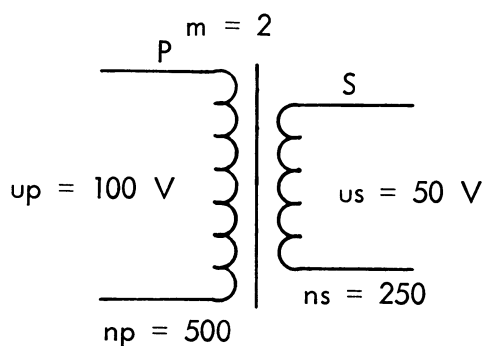
I sekundærspolen induceres en spænding med samme polaritet som selvinduktionsspændingen i primærspolen.



Omsætningsforhold

Da kraftlinierne er fælles for de to viklinger, vil spændingen, som induceres i sekundærviklingen, afhænge af den tilførte primærspænding u_p , samt af omsætningsforholdet m mellem de to viklingers vindingstal.

Hvis vindingstallet på sekundærviklingen n_s er dobbelt så stort som vindingstallet på primærviklingen n_p , vil den inducerede sekundærspænding u_s også være dobbelt så stor som den tilsluttede primærspænding u_p .



Strømmene forholder sig omvendt proportionalt med spændingerne eller vindingstallene.

✓

✓

✓

✓

Formål

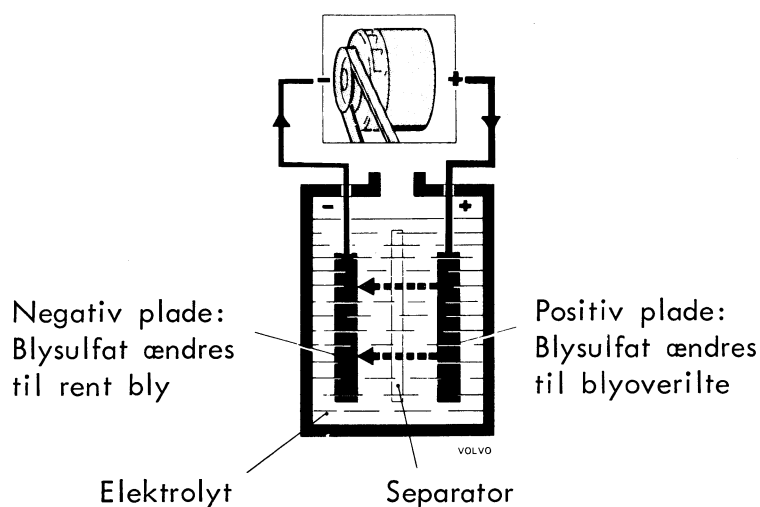
Akkumulatorens formål er at modtage elektrisk energi fra dynamoen og opbevare denne, samt afgive den igen til strømforbrugerne, når der er behov for det.

Princip

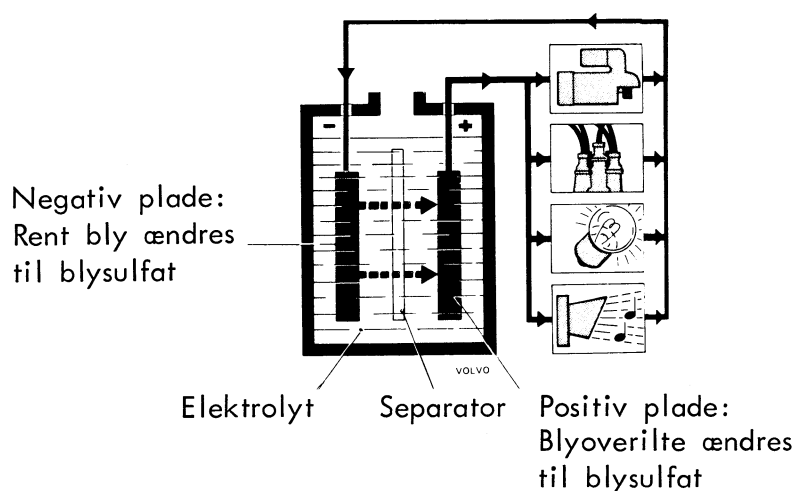
Under opladningen sker der en kemisk ændring af elektrolytten og pladernes aktive masse.

Pladerne optager og opbevarer, akkumulerer, den tilførte elektriske energi, indtil den igen skal bruges.

Elektrolyttens massefylde stiger under opladning og er ved fuldt opladet akkumulator ca. 1,28.

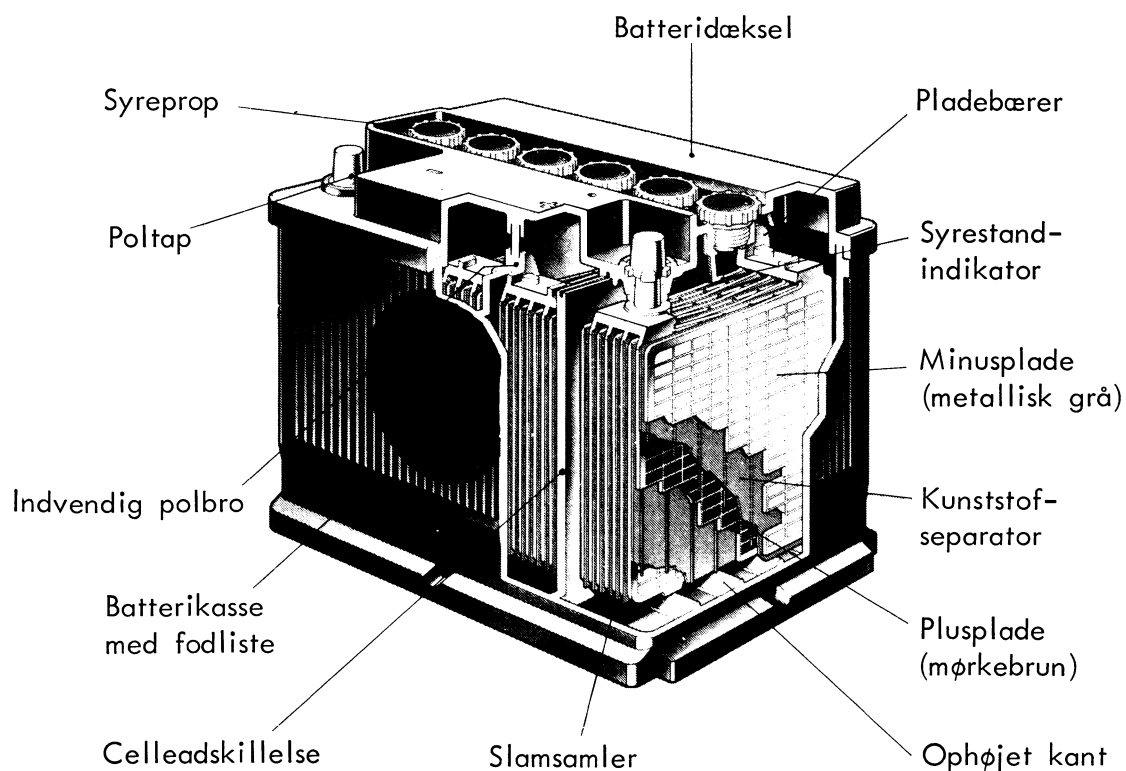


Under afladning afgives en del af den elektriske energi, og der sker en kemisk ændring af plader og elektrolyt i modsat retning. Elektrolyttens massefylde falder og er ved total afladet akkumulator ca. 1,12.





Opbygning



Akkumulatorens enkelte celler er serieforbundet ved hjælp af polbroer.

En 12 volts akkumulator består af 6 celler, der hver har en hvilespænding på ca. 2,1 volt. Dette giver akkumulatoren en hvilespænding på ca. 12,6 volt.

Hvis akkumulatorstørrelsen er opgivet til f.eks. 11 plader, vil det sige, at der er i alt 11 plader per celle, 5 plusplader og 6 minusplader. Idet der altid er en minusplade mere, end der er plusplader per celle.



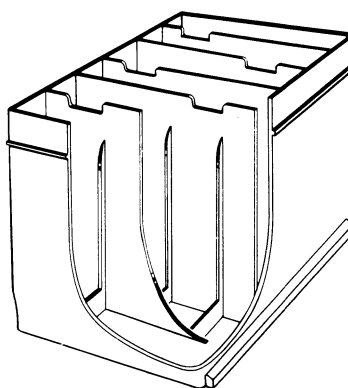
Akkumulatorkassen

Akkumulatorkassen er syrebestandig og har stor brudstyrke.

I bunden af kassen findes bundribber, hvorpå pladesættene støtter.

Bundribberne danner samtidig et slamrum, hvori udfældede partikler fra pladerne kan aflejres uden at kortslutte akkumulatorens plader.

Akkumulatorkassen er endvidere inddelt i et antal cellerum ved hjælp af skillevægge.



Akkumulatorens celler

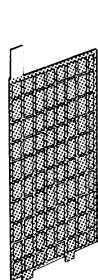
Hver celle består af et antal parallelforbundne positive plader og et antal parallelforbundne negative plader.

Akkumulatorens kapacitet afhænger af pladernes størrelse og deres antal per celle.

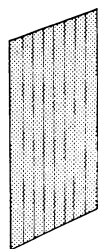
De positive og de negative plader holdes adskilt ved hjælp af separatorer.

Separatorerne skal være højporese og upåvirkelige over for syre.

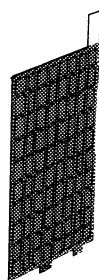
De kan f.eks. være fremstillet af træ, gummi, fiber eller plastic.



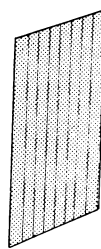
Negativ
plade



Separator



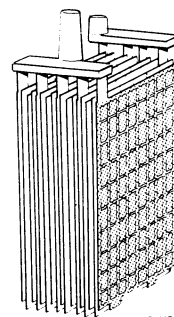
Positiv
plade



Separator



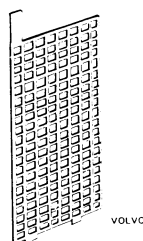
Negativ
plade



VOLVO



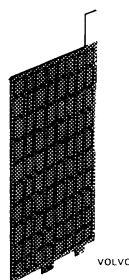
Både de negative og de positive plader er bygget over et blygitter, der er udformet således, at den aktive masse får størst mulige overflade at binde på.



De positive plader

De positive plader er fremstillet, ved at blygitteret er udfyldt med masse af blyilte. Ved en senere formeringsproces omdannes massen til blyoverilte, hvis kemiske betegnelse er PbO_2 .

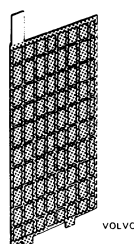
De positive plader er rødbrune.

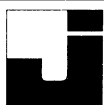


De negative plader

Den aktive masse er ved en formeringsproces omdannet til blysvamp, hvis kemiske betegnelse er Pb .

Negative plader er grå.





Funktion

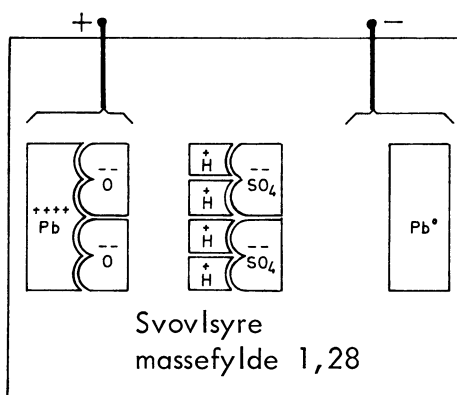
I akkumulatoren omdannes den elektriske energi til kemisk energi ved opladningen.

Under afladningen omdannes den kemiske energi igen til elektrisk energi.

Opladet akkumulator

I en opladet akkumulator består de positive plader af blyoverilte PbO_2 og de negative plader af blysvamp Pb .

Elektrolytten består af fortyndet svovlsyre H_2SO_4 med en massefylde på ca. 1,28.

Afladning af akkumulatoren

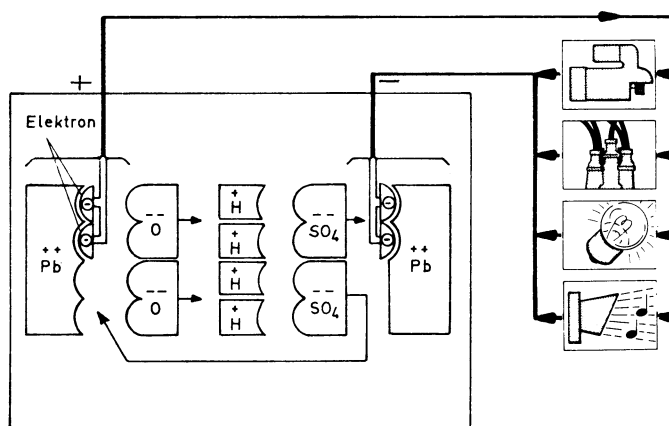
Under afladningen går der strøm fra den positive pol gennem forbrugerne til den negative pol og videre fra de negative plader gennem elektrolytten til de positive plader.

Strømmen gennem elektrolytten bevirker følgende kemiske proces:

Elektrolytten spaltes i sulfat SO_4 og brint H_2 .

Sulfaten SO_4 vandrer i lige store mængder til de positive og til de negative plader.

Ilten O_2 fra de positive plader går ud i elektrolytten og går i forbindelse med den frigjorte brint H_2 og danner vand H_2O .

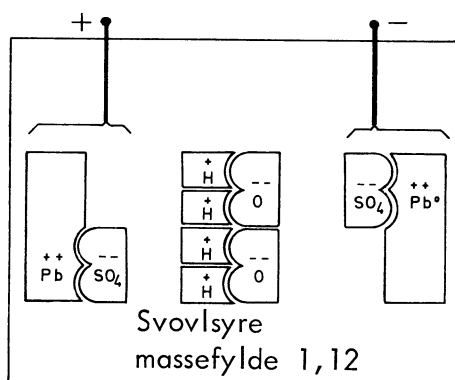


Fuldt afladet akkumulator

De negative og de positive plader er nu helt omdannede til blyulfat PbSO_4 .

De to sæt plader er kemisk set ens, og der er ikke længere en spændingsforskel mellem dem.

Den kemiske proces har endvidere bevirket, at elektrolytten nu næsten er omdannet til vand H_2O . Massefylden er ca. 1,12.

Opladning af akkumulatoren

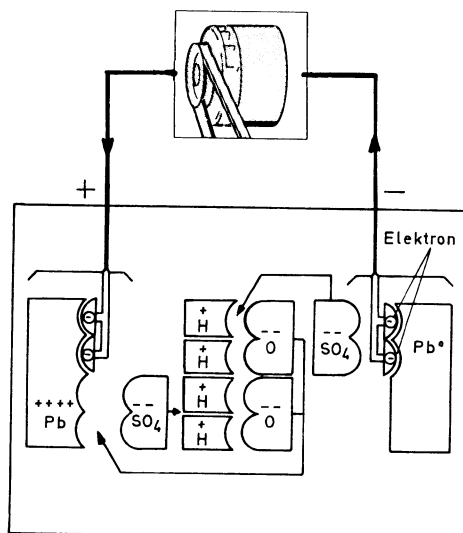
Ved en opladning sendes en elektrisk strøm gennem akkumulatoren med modsat retning af afladestrømmen.

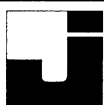
Sulfaten SO_4 går fra pladerne til elektrolytten.

Elektrolytten spaltes i brint H_2 og ilt O .

Iltten går til de positive plader og danner blyoverilte PbO_2 .

Sulfaten SO_4 og den udskilte brint H_2 danner svovlsyre H_2SO_4 .

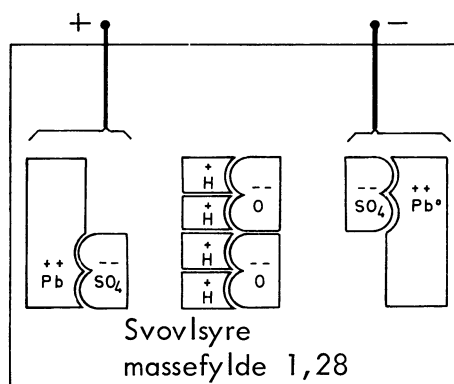




Opladet akkumulator

Ved fuldt opladet akkumulator er al sulfat udskilt fra pladerne.

De positive plader består af blyoverilte PbO_2 , de negative består af ren blysvamp Pb , og elektrolytten består af fortyndet svovlsyre H_2SO_4 med en massefylde på ca. 1,28.



Fortsat ladning

Fortsættes ladningen, vil strømmen spalte elektrolyttens vand H_2O i ilt O og brint H_2 .

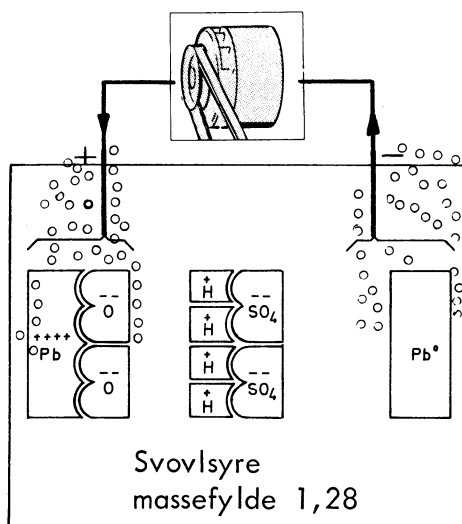
Brinten vil boble op ved minuspladerne, og ilten vil boble op ved pluspladerne.

Der forsvinder således kun vand fra elektrolytten, og akkumulatorer skal derfor kun efterfyldes med destilleret vand.

Bilens ladeanlæg er styret af et relæ, der automatisk afpasser ladningen efter akkumulatorens ladetilstand.

Et korrekt virkende ladeanlæg afpasser ladestrømmen således, at akkumulatoren holdes fuldt opladet uden at overoplades.

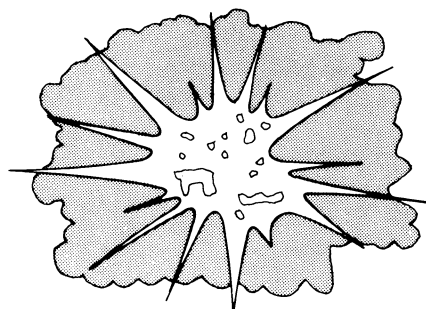
Akkumulatorens vandforbrug holdes herved på et minimum.





Den udviklede ilt og brint danner sammen en meget eksplosiv luftart kaldet knaldgas.

Undgå derfor gnistdannelse, tobaksrygning og åben ild i nærheden af akkumulatorer.



Sulfatering

Lader man en akkumulator stå i længere tid i afladet tilstand, vil det finkornede blyulfat ændre struktur og blive grovkornet.

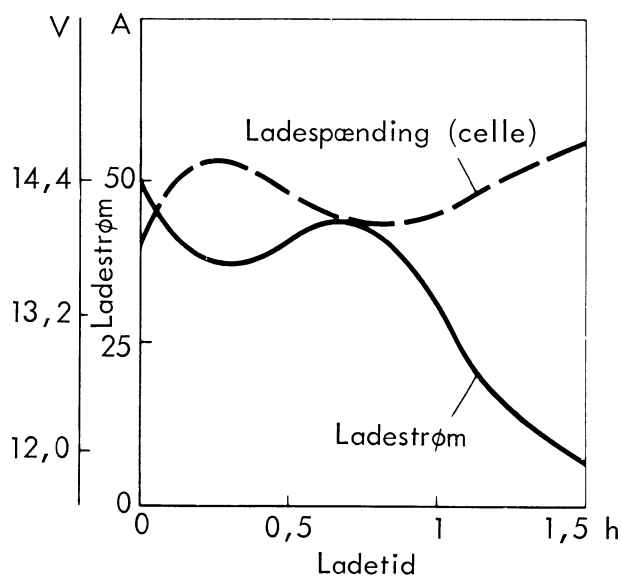
Akkumulatoren betegnes som sulfateret.

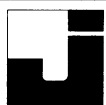
Det bevirker en stigning i akkumulatorens indre modstand og vanskeliggør de kemiske processer i akkumulatoren og dermed genopladningen.

Ved opladning af en sulfateret akkumulator bliver denne meget varm, og ladespændingen stiger hurtigt.

Hvis akkumulatoren kun er sulfateret i ringe grad, nedbrydes sulfaten langsomt, hvorved ladespændingen falder. Så snart blyulfaten er nedbrudt, begynder spændingen igen at stige.

Principelt forløb af ladespændingen og ladestrømmen i et sulfateret batteri



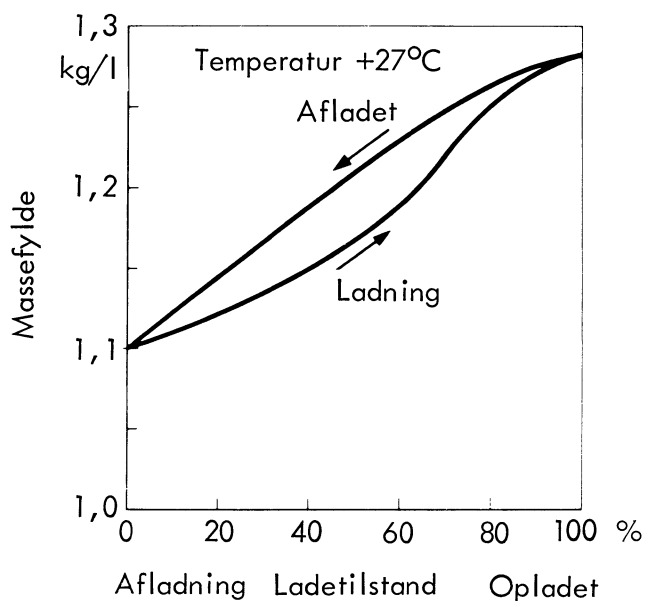


Ved en stærk sulfateret akkumulator kan det grovkornede blyulfat ikke omdannes ved opladning, og akkumulatoren er ubrugelig.

Elektrolyttens massefylde

Elektrolyttens massefylde ændrer sig i takt med akkumulators op- og afladning.

Kurverne viser elektrolyttens massefylde som funktion af akkumulators ladetilstand.



Massefylden vil være ca. 1,28 ved en akkumulator, der er i orden og fuldt opladet.

Er massefylden på en celle under 1,23 efter opladning, er cellen defekt, sulfateret. Forskellen mellem de enkelte cellers massefylde må ikke overstige 0,03.

I vinterperioden vil elektrolytten i en afladet akkumulator kunne fryse, så akkumulatorkassen revner.

Massefylde 1,10 Frysepunkt -8°C

Massefylde 1,14 Frysepunkt -13,5°C

Massefylde 1,20 Frysepunkt -27°C



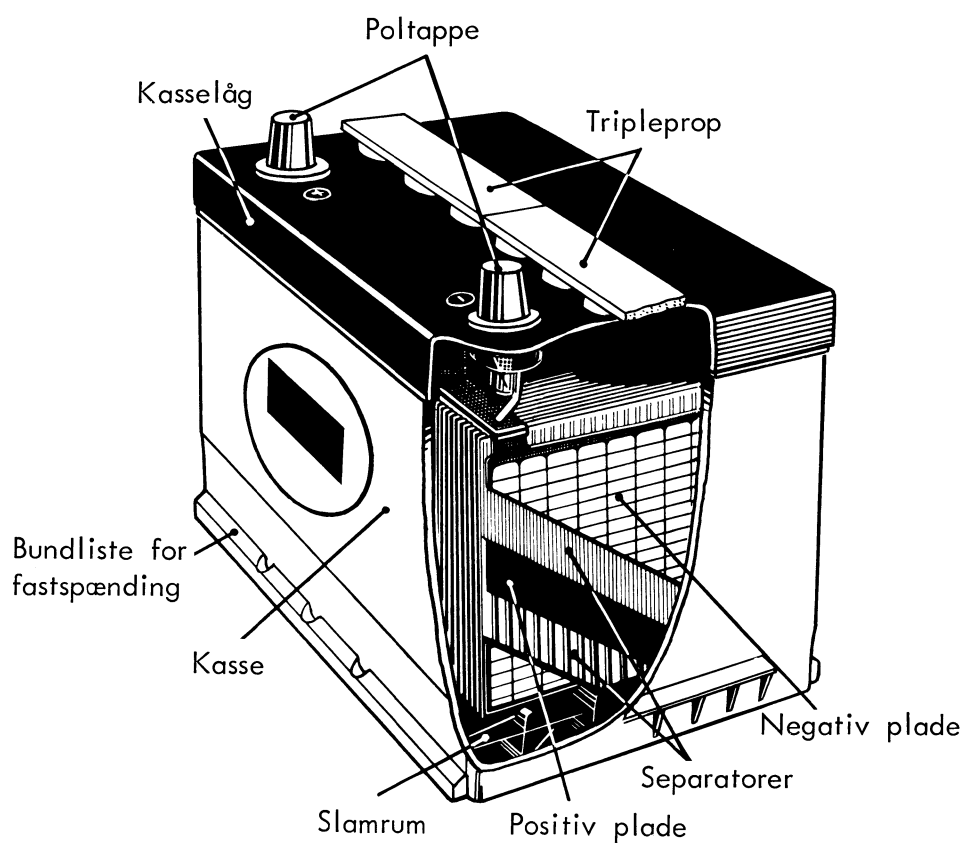
Akkumulator- typer

Akkumulatorer i biler er alle blyakkumulatorer. De findes i forskellige udførelser.

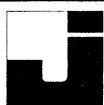
1. Normaludførelse
2. Vedligeholdelsesfri

Normal udførelse

Denne akkumulator kræver en løbende kontrol af elektrolytten og skal efterfyldes med destilleret eller rensset vand.



Normal akkumulatorer leveres både som våd- og tøropladede akkumulatorer.



Vådopladet akkumulator

En vådopladet akkumulator er en akkumulator, der leveres med påfyldt elektrolyt.

En vådopladet akkumulator vil, når den ikke er i brug, være udsat for en konstant selvafladning.

Den vigtigste årsag til selvafladningen er den mængde antimon, som er tilsat gitterpladerne for at øge den mekaniske styrke.

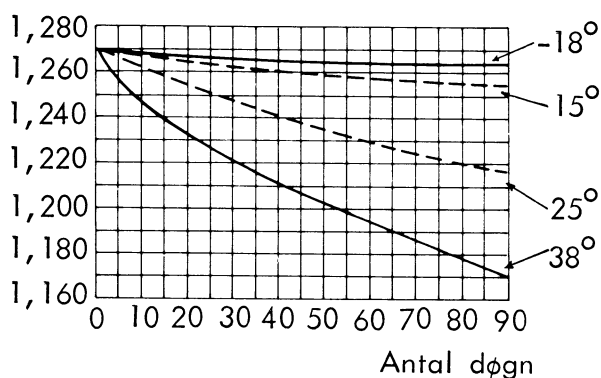
Efterhånden som akkulatorerne bliver ældre, frigøres der mere og mere antimon fra gitterne. Antimonen går over til minuspladerne. Dette bevirker, dels kortsluttede lokalelementer, dels selvafladning af minuspladerne.

Afladning over længere tid bevirker en sulfatering og dermed en risiko for en varig nedsættelse af kapaciteten.

For at undgå dette oplades akkumulatoren med regelmæssige mellemrum, ca. hver 4. uge.

Som det ses af kurverne, opbevares akkumulatoren bedst på et koldt og tørt sted, da afladningen derved er mindst.

Massefylde



.



Tøropladet akkumulator

En tøropladet akkumulator er opladet uden at være påfyldt elektrolyt. Den kan, når den opbevares på et tørt sted, stå i længere tid, uden at ladetilstanden ændres væsentligt.

De positive og negative plader formeres hos fabrikanten og skylles derefter fri for svovlsyre i vand og tørres.

Før de tørres, konserveres de negative plader ad kemisk vej. De gøres derved holdbare i længere tid.

De konserverede plader indbygges derefter i akkumulatoren. Akkumulatoren kan herefter sættes på lager.

Før en tøropladet akkumulator kan tages i brug, skal cellerne påfyldes svovlsyre med den foreskrevne massefylde. Når den har stået i ca. 20 minutter, er syren trængt ind i pladerne. Akkumulatorens væskestand kontrolleres, og der fyldes efter med syre, hvis væskestanden er for lav, inden akkumulatoren er klar til brug.

De forskellige fabrikater kan have forskellige anvisninger for brug af akkumulatorene. De enkelte fabrikkers anvisninger bør nøje følges.

Eksempel på fabriksanvisning

Klargøring af tøropladet akkumulator.

1. Påfyld kemisk ren akkusyre, vægtfylde 1,265 til en væskehøjde af 6 mm over pladerne.
2. Efterfyld igen med akkusyre efter 20 minutters forløb til 6 mm over pladerne.
3. Oplad akkumulatoren i ca. 15 minutter med en hurtiglader, for 12 volts akkumulatorer med en ladestrøm på 30 amp. og for 6 volt med en ladestrøm på ca. 50 amp.

Ladning kan undgås, såfremt bilen straks tages i brug, dvs. længere kørsel, der giver mulighed for hurtig opladning. I så fald skal akkumulatoren kontrolleres inden for maksimalt 2 ugers brug.



Vedligeholdelsesfri akkumulator

Ved vedligeholdelsesfri akkumulator er vandforbruget reduceret til et minimum.

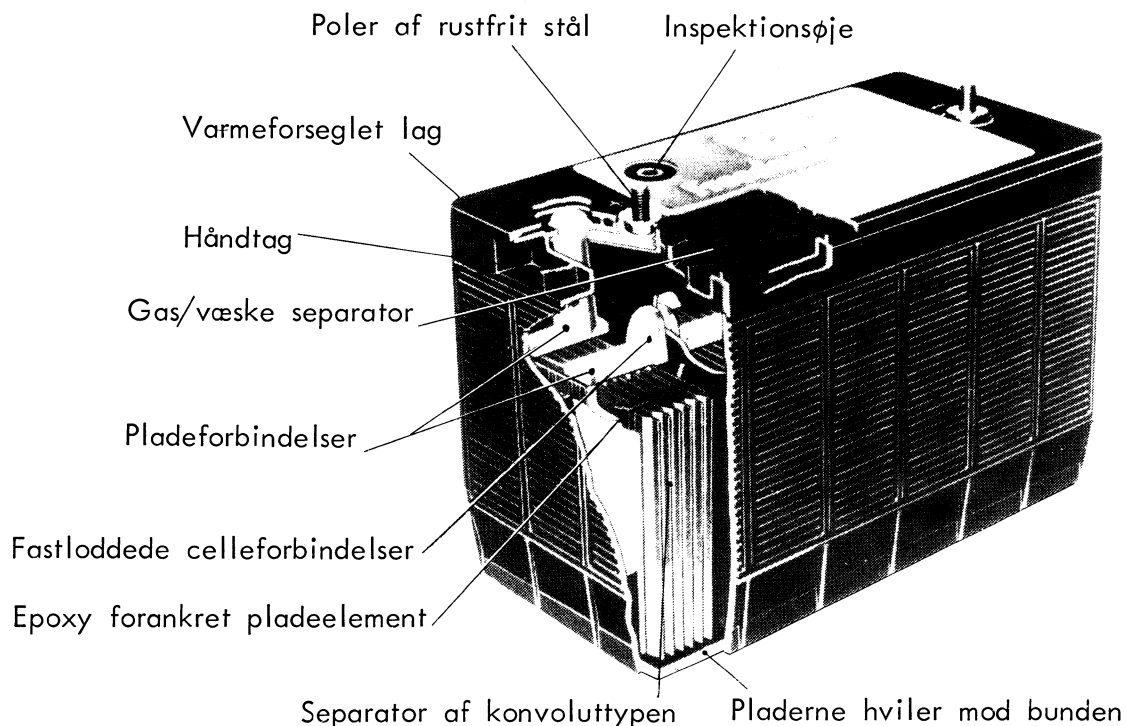
Dette opnås, dels ved konstruktionsændringer, og dels ved at ændre blygitterets sammensætning, således at antimonens skadelige virkninger nedsættes.

Den vedligeholdelsesfrie akkumulator behøver aldrig efterfyldning med vand. Der er ingen cellepropper i dækslet. Akkumulatoren er fuldstændigt forsejlet med undtagelse af små ventilationsåbninger i siden. Disse åbninger tillader udslip af de ringe mængder gas, der udvikles.

Den specielle kemiske sammensætning i akkumulatoren reducerer udviklingen af gasser til et ekstraordinært lavt niveau ved normal ladning.

Yderligere har den vedligeholdelsesfrie akkumulator den fordel, at man ikke ved indbygningen i bilerne behøver at tage hensyn til, at den skal være let tilgængelig.

Levetiden for vedligeholdelsesfrie akkumulatorer begrænses som for normale akkumulatorer ved løsning af fyldmassen, gitterkorrosion og lignende.



Behandling af vedligeholdelsesfrie akkumulatorer

Vedligeholdelsesfrie akkumulatorer kan oplades med normalt ladeudstyr.

Opladning, afprøvning og anvendelse af starthjælp må kun foretages, når fabrikkens anvisninger følges nøje.

Enhver anden fremgangsmåde kan resultere i personskaade på grund af syresprøjt eller akkumulatoreksplosion samt ødelæggelse af akkumulator og ladeanlæg.



Kapacitet

Ved en akkumulators kapacitet forstås den strømmængde, den er i stand til at levere, når den er fuldt opladet.

Strømmængden = strøm · tid, og måles i amperetimer (Ah).

Ifølge DS 6031 måles kapaciteten på en fuldt opladet akkumulator ved en afladning over 20 timer, med konstant strømstyrke og elektrolyttemperatur, 27°C.

Eksempel 1:

Akkumulatorkapacitet 84 Ah. Ved en afladning, der tager 20 timer, bliver strømstyrken

$$\frac{84}{20} = \underline{4,2 \text{ A}}$$

Afladnings-
hastighed

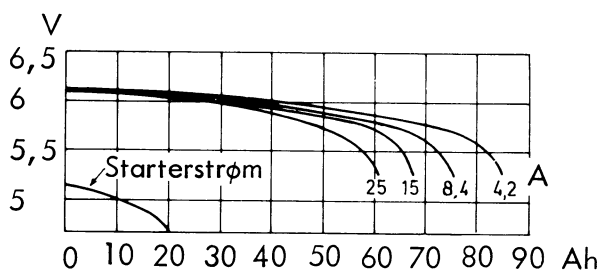
Jo større en strømstyrke, der tappes af akkumulatoren, des mindre samlet strømmængde vil den kunne levere.

Årsagen er, at den kemiske proces i elektrolytten ikke foregår så effektivt ved større hastighed.

Kurverne viser afladningsstrømstyrkens indflydelse på kapaciteten i en 6 V akkumulator med en DS kapacitet på 84 Ah.

Eksempel ifølge kurve:

Aflades akkumulatoren med 25 A, er kapaciteten sunket til ~60 Ah.



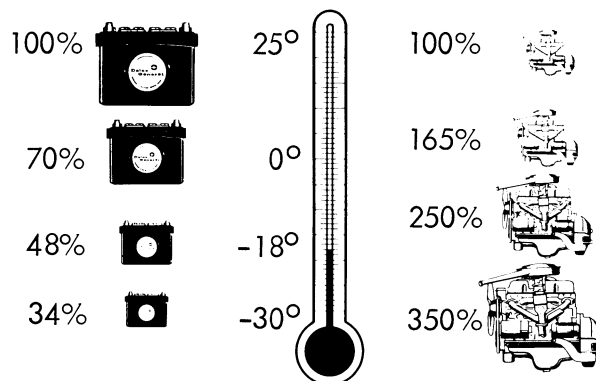


Temperatur

Kapaciteten er også afhængig af temperaturen.

Ved faldende temperatur aftager akkumulatorkapaciteten, samtidig med at energibehovet ved start af motoren stiger.

Disse to faktorer er skyld i en stor del af vanskelighederne ved koldstart.



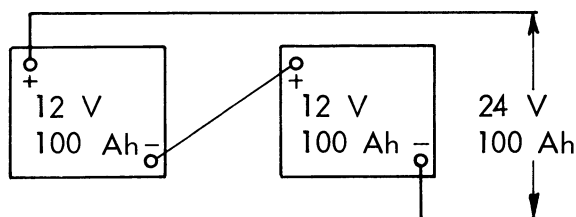
Serieforbindelse

Akkumulatorer kan forbindes på forskellige måder afhængig af, hvad man ønsker at opnå.

Serieforbindelse foretages for at opnå en bestemt spænding.

Eksempel:

24 V kan bl.a. opnås ved serieforbindelse af 2 stk. 12 V akkumulatorer.

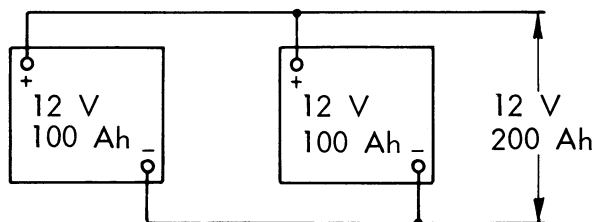


Parallelforbindelse

Ved parallelforbindelse opnås en større kapacitet.

Eksempel:

Som starthjælper parallelkobles en ekstra 12 V akkumulator.



Fejlfinding

En svigtende strømforsyning i vognen kan skyldes:

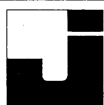
1. Akkumulatoren
2. Akkumulatorens kredsløb
3. Afladning fra akkumulator
4. Defekt ladesystem

Disse muligheder må tages med i betragtning ved fejlfinding på akkumulatoren.

Udvendig kontrol af akkumulatoren

Inden selve kontrollen af akkumulatoren kontrolleres det, om akkumulatorkassen er ren og tør.

Endvidere kontrolleres det, om akkumulatorens forbindelser er rene og fastspændte.



Kontrol af akkumulatorens ladetilstand

Ved at måle elektrolyttens massefylde kan akkumulatorens ladetilstand bestemmes.

Akkumulatorfabrikkerne anvender forskellige syrekoncentrationer i deres akkumulatorer. Massefyldene kan derfor variere lidt for de forskellige akkumulatorfabrikker.

Vejledende massefylde og ladningstilstande:

Massefylde 1,28 til 1,26 = fuldt opladet celle

Massefylde 1,23 = $\frac{3}{4}$ opladet celle

Massefylde 1,20 = $\frac{1}{2}$ opladet celle

Massefylde 1,14 = afladet celle

Er massefylden, efter fuld opladning af akkumulatoren på ca. 1,23 i en eller flere celler, er cellerne ødelagte. Er forskellen i massefylden større end 0,03, er akkumulatoren ligeledes defekt.

Massefylden kan måles med:

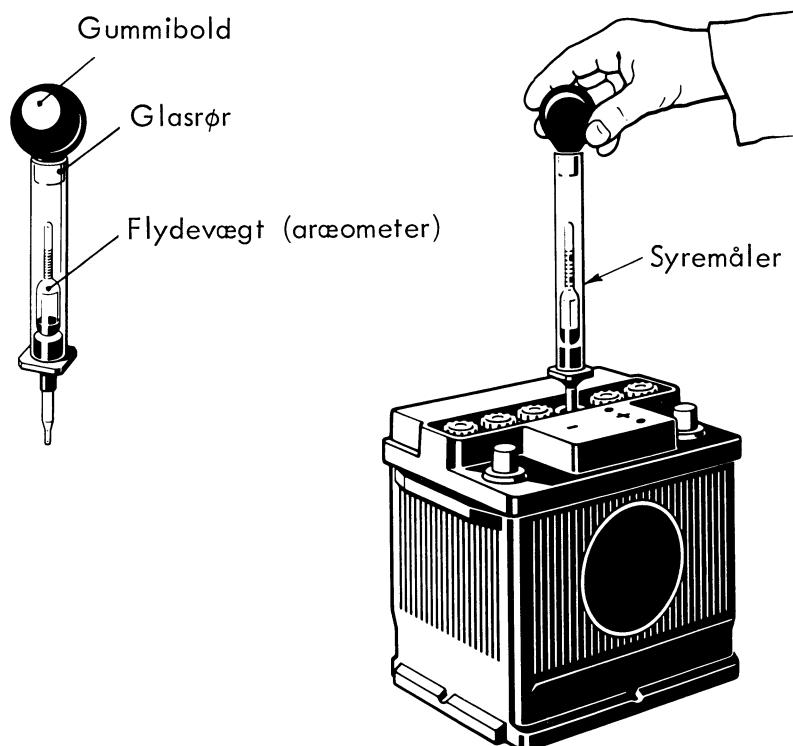
1. En vægtfyldemåler, syremåler
2. Et refraktometer

Vægtfyldemåler

Måleren består af et glasrør med flydevægt. Elektrolytten suges op i glasrøret, så flydevægten flyder. De enkelte celler kontrolleres efter tur.

Flydevægtens skala aflæses i niveau med væsken.

Syremåleren tømmes igen i den celle, som afprøves.



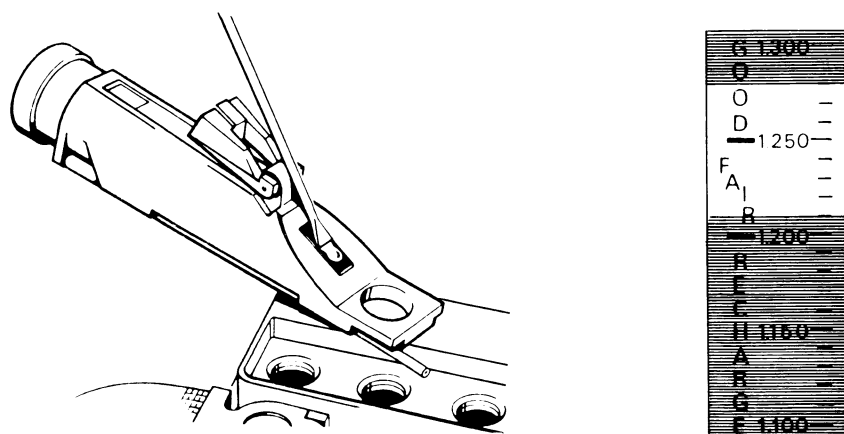
Refraktometer

De enkelte celler kontrolleres efter tur, inden der påfyldes destilleret vand.

Målingen foretages ved at åbne dækpladen og anbringe nogle få dråber elektrolyt på målefladen.

Dækpladen lukkes, og massefylden aflæses på skalaen for akkumulatorkontrol.

Målefladen rengøres, inden næste celle kontrolleres.





Belastningsprøve

For at sikre, at akkumulatoren er i stand til at afgive tilstrækkelig strømstyrke, uden at spændingen bliver reduceret for meget, kan der foretages en belastningsprøve.

Før belastningsprøven kontrolleres det, om de enkelte celler har en massefylde på ikke under 1,22. Er massefylden mindre, kan akkumulatoren skades ved prøven.

Belastningsprøven udføres ved at belaste akkumulatoren med starteren eller en tilsvarende forbruger, f.eks. en batteritester med en variabel modstand.

Brug af batteritester

Forbruget indstilles normalt ved at dreje på kontrolhåndtaget, indtil amperemetret viser en strøm, der er ca. 3 gange så stor som akkumulatorens kapacitet i Ah.

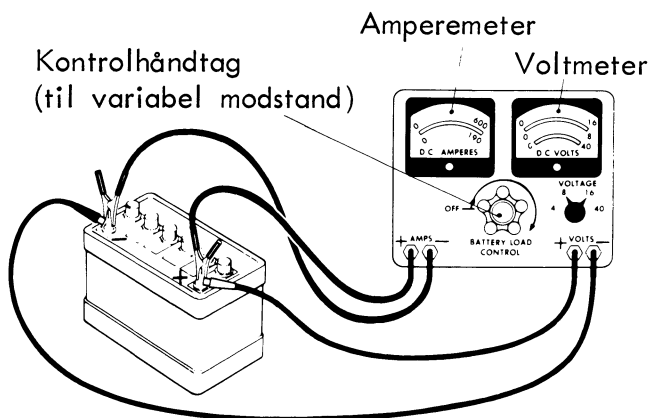
Eksempel:

Akkumulatorkapacitet = 100 Ah

Forbrug = $3 \cdot 100 = \underline{\underline{300 \text{ A}}}$

Den indstillede belastning holdes i 10 til 15 sekunder, samtidig med at voltmetret aflæses. Derefter afbrydes belastningen.

Kan akkumulatoren ikke holde en spænding på ca. 9,5 V ved en 12 V akkumulator, er det tegn på, at den er afladet eller defekt. Forekommer der under prøven luftbobler ved en eller flere celler, er akkumulatoren defekt.



Der findes et utal af udmærkede batteritestere på markedet med mange raffinementer f.eks. farvemærkning i stedet for metre, automatisk prøvetid osv. Fælles for alle er at prøve at vurdere akkumulatorens tilstand.

Batteritestere er udmærkede til at konstatere fejl i akkumulatoren, f.eks. kortslutninger, defekte separatorer og dårlige forbindelser i lodningerne.



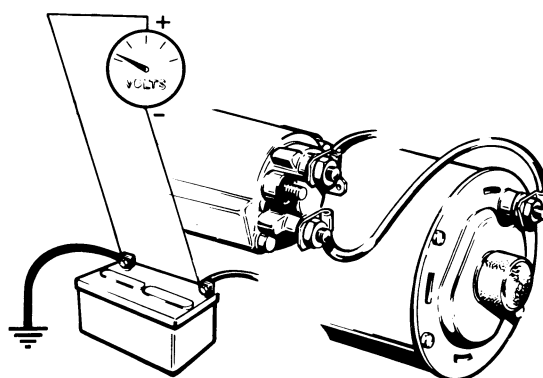
Belastningsprøve med starter

Akkumulatorspændingen måles med starterbelastning. Denne måling giver ligesom batteritestere et billede af akkumulatorens evne til at afgive en stor strøm.

Målingen kan foretages, dels med aktiveret starter, og dels med blokeret starter, bilen i gear og håndbremsen trukket.

Spændingen bør være mindst ca. 10 V ved aktiveret starter og mindst ca. 8 V ved blokeret starter.

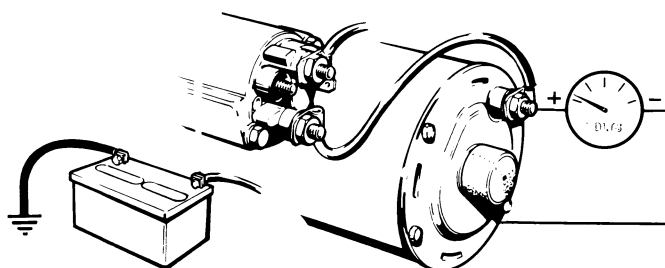
Måleresultaterne er ikke alene afhængig af akkumulatoren, hvorfor et utilfredsstillende måleresultat bør medføre, at akkumulatoren aftages og kontrolleres særskilt.

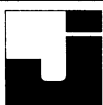


Kontrol af starterspænding

Den tilførte spænding til starteren måles under belastning ved at forbinde et voltmeter mellem starterindføring og stel.

Spændingen bør mindst være ca. 9 V ved aktiveret starter og ca. 7 V ved blokeret starter.





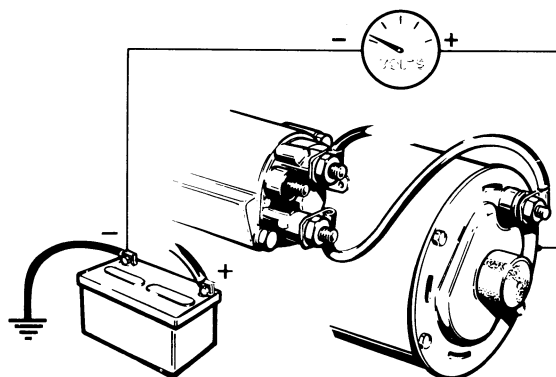
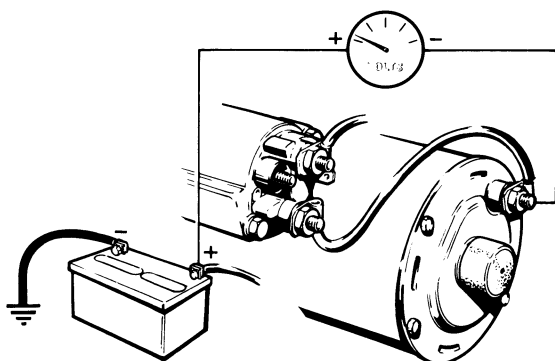
Spændingstab
i akkumulator-
kredsløb

Spændingstab i akkumulatorkredsløbet bevirker, at starteren får tilført for lav spænding med for langsom rotation til følge.

Det samlede spændingstab i kredsløbet bør ikke overstige ca. 1 V.

Måling af spændingstab i tilgangssiden

Måling af spændingstab i afgangssiden



Afladning

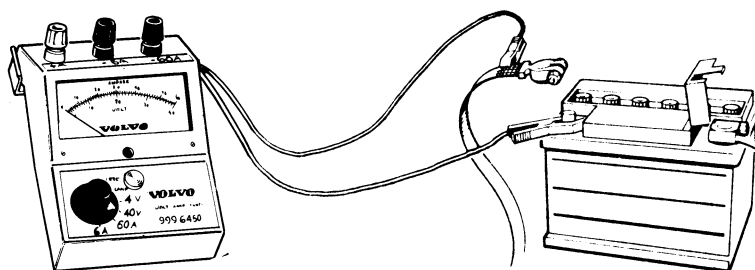
Afladning er et strømforbrug fra batteriet, når alle strømforbrugere er afbrudt.

En konstant afladning vil bevirke, at batteriet aflades.

Den del af ledningsnettet, som altid er tilsluttet spænding fra batteriet, kan undersøges for afladning ved at:

1. Fjerne stekablet og afbryde alle strømforbrugere.
2. Forbinde et voltmeter mellem stekpol på batteriet og stekablet.

Viser voltmeteret fuld batterispænding, er der afladning. Afladningen findes ved at udkoble de enkelte kredsløb efter tur.



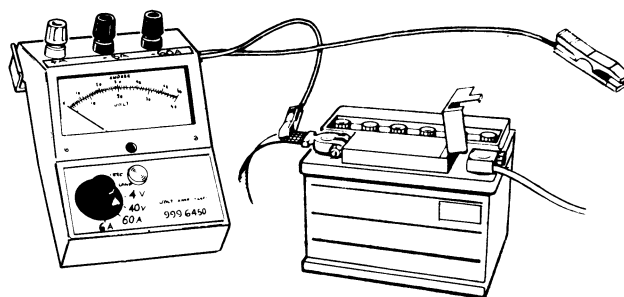


Kontrol af krybe-
strøm fra batteriet

Et snavset og eventuelt fugtigt batteri kan bevirke, at der til stadighed går en svag strøm til stel og aflader batteriet.

Kontrollen for krybestrøm foretages ved at forbinde et voltmeters ene ledning til stelpolen, og langsomt bevæge den anden ledning hen over batteriet uden at berøre polbroer eller poltappe.

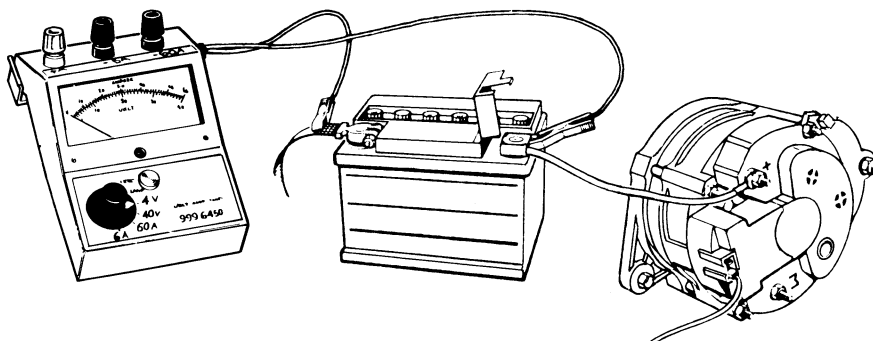
Et udslag på voltmeteret indikerer en krybestrøm og dermed en afladning, og en rensning af batteriet bør foretages.



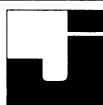
Kontrol af
ladespænding

En kontrol af ladeanlæggets tilstand kan foretages ved at måle spændingen over akkumulatorens poler under ladning.

Ladespændingen skal være mellem ca. 13,5 V og ca. 14,5 V.



Prøven er ingen fyldestgørende kontrol af ladeanlægget, men spændingsværdierne er erfaringsværdier fra korrekt arbejdende ladeanlæg.



Opladning af akkumulator

Under opladning af akkumulatorer må elektrolyttens temperatur ikke overstige 55°C , da fyldmassen i pladerne ved højere temperatur løsnes og giver risiko for kortslutning i celleme.

Ved temperaturer over 55°C skal ladestrømmen afbrydes eller nedsættes, indtil temperaturen igen er faldet.

En akkumulator kan oplades med en forholdsvis stor ladestrøm, indtil en cellespænding på ca. 2,4 V. Ved højere spænding øges ilt- og brintudskillelsen væsentligt, og ladestrømmen skal derfor nedsættes betydeligt for at undgå skader på akkumulatoren.

Akkumulatoren er fuldt opladet ved en cellespænding på ca. 2,65 V.

Ved opladning af akkumulatorer skelnes mellem langsom opladning og lynladning.



Langsom ladning

Ved langsom ladning lades der med en forholdsvis lille ladestrøm, således at en akkumulator kan fuldt oplades på 8 til 12 timer.

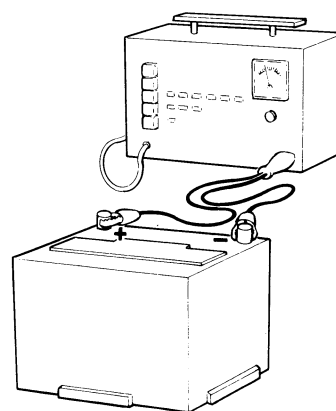
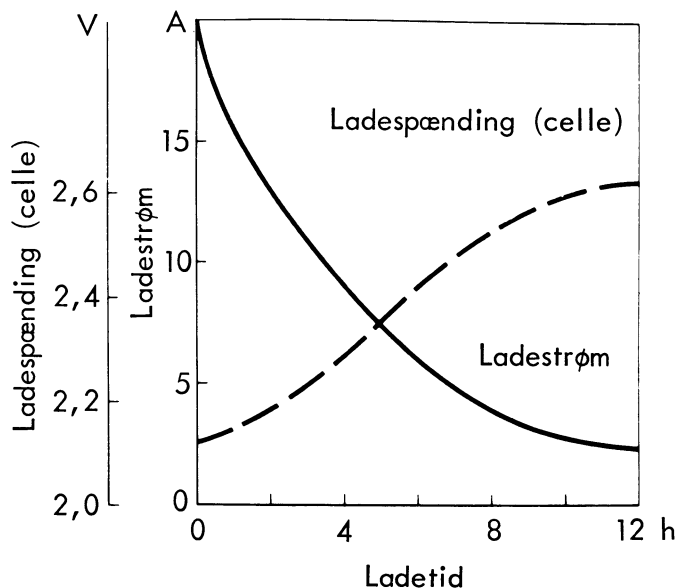
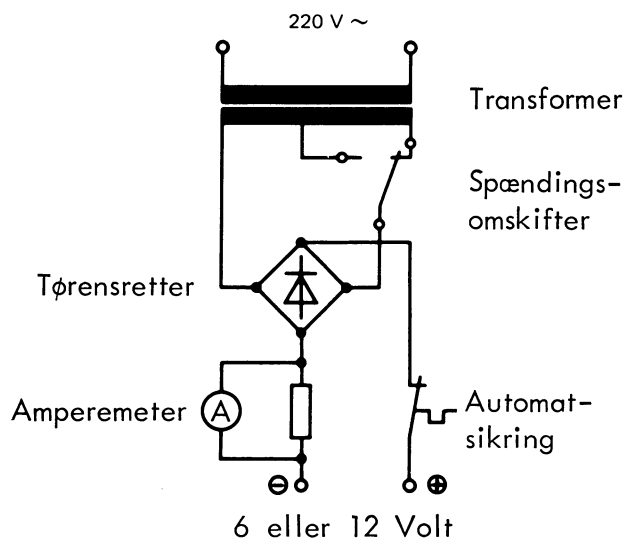
En normal langsom ladning har følgende forløb:

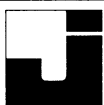
Akkumulatorspændingen stiger i takt med opladningen.

Spændingsforskellen mellem ladeapparatets spænding og akkumulatorspændingen formindskes herved i takt med opladningen.

Ladestrømmen falder i takt med dette. Efter 8 til 12 timers ladning er akkumulatoren opladet.

Ladeforløbet behøver ikke at overvåges, og akkumulatoren lider ingen skade, selv om der lades en kort tid, efter at slutspændingen på 2,65 V er nået.



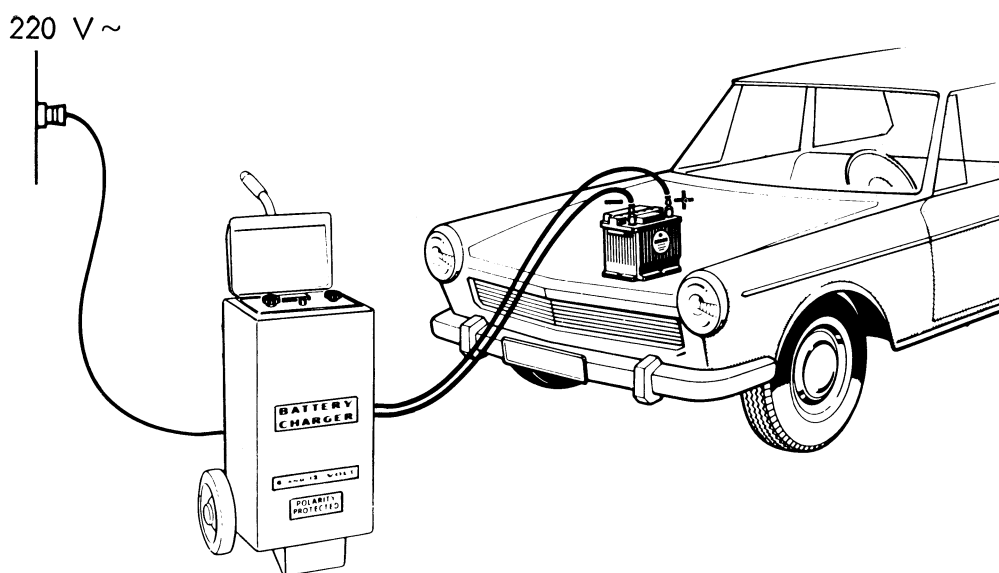


Lynladning

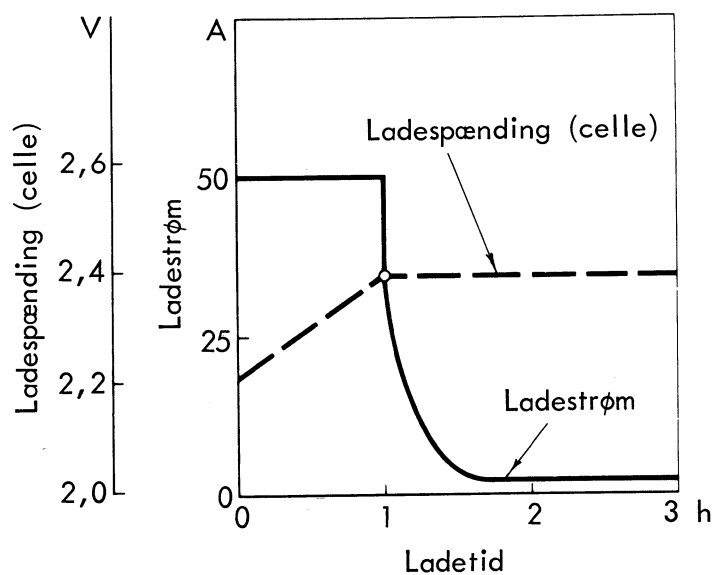
Inden lynladning påbegyndes, skal akkumulatorens påfyldningsdæksel afmonteres, elektrolyttens højde i cellerne kontrolleres og eventuelt efterfyldes.

Akkumulatorens forbindelser til vognens ledningsnet skal ligeledes afmonteres.

Ved lynladning oplades akkumulatoren med en forholdsvis stor ladestrøm, dog højst ca. 80% af akkumulatorens kapacitet, indtil en celledspænding på 2,4 V. Herefter skal ladestrømmen nedsættes. Ladeforløbet kan styres af enten en elektronisk spændingsstyreenhed eller en termostat.



Ladeforløb med elektronisk spændingsstyreenhed

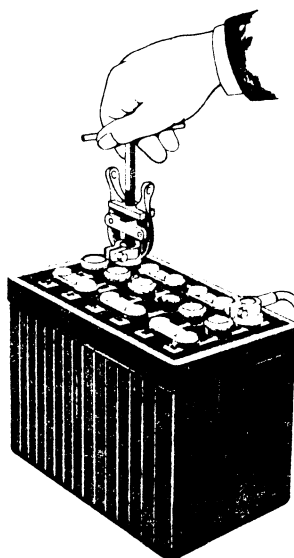




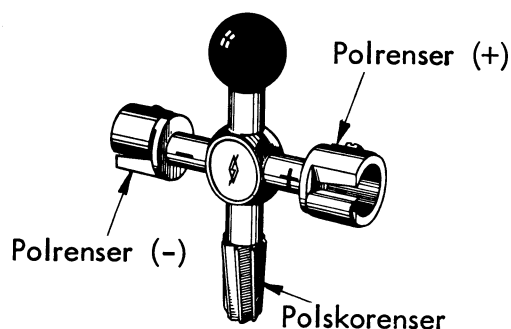
Af- og påmontering af akkumulator

Ved montering af akkumulatorer skal stelforbindelsen forbindes sidst. Ved afmontering fjernes stelforbindelsen først for at undgå gnistdannelser.

Ved afmontering af fastsiddende kabelsko skal der altid anvendes en aftrækker for at undgå, at poltappene brækkes løse.

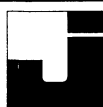


For at undgå spændingstab mellem akkumulatorpoler og startkabler skal poleme og kabelskoene renses inden monteringen.



Efter monteringen indsmøres kabelskoene med syrebestandigt fedt. En akkumulator skal være omhyggeligt fastspændt. Sidder den løs, vil den let kunne kortsluttes og blive årsag til bilbrand ved færdselsuheld.

Fyldmassen i en løstsiddende akkumulator vil let rystes løs, hvorved akkumulatorens levetid forkortes.



Kontrol af elektrolyt

Elektrolyttens stand i batteriet skal kontrolleres regelmæssigt på grund af akkumulatorens vandforbrug. Vandforbruget er størst i varmt vejr som følge af større fordampning. For høj ladespænding kan ligeledes være årsag til for stort vandforbrug.

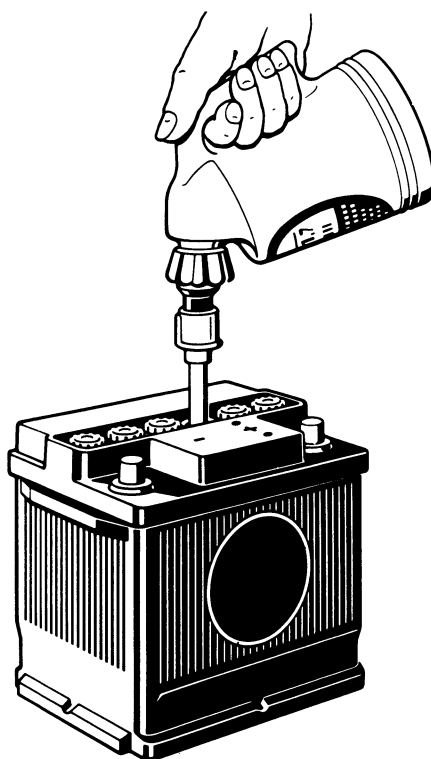
Væskestanden i akkumulatoren skal være ca. 10 mm over pladernes overkant. Er elektrolytstanden for lav, fyldes der efter med destilleret vand.

For lav elektrolytstand bevirker:

1. Akkumulatorens kapacitet nedsættes, fordi kun den del af pladerne, som er nedsænket i elektrolytten, tager aktiv del i den kemiske proces.
2. Den øverste del af plader og separatorer ødelægges på grund af indtørring.
3. Syrekonzentrationen i elektrolytten bliver for stor med stor korrosion af plader og separatorer til følge.

For høj elektrolytstand bevirker:

1. At en del af elektrolytten let presses ud af lufthullerne i påfyldningspropperne.
2. At den udstrømmede elektrolyt forårsager tæring på fastspændingsramme mv. og stor sulfatering ved batteripolerne.





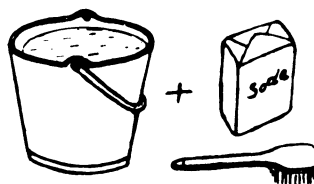
Renholdelse af akkumulator

Syreudslip og snavs på akkumulatoroverfladen danner en strømledende film, således at der opstår krybestrømme mellem polerne, som aflader akkumulatoren.

Lufthullerne i celleproppene må ikke være tilstoppede, da trykændringer i cellen derved ikke kan udlignes.

Rensning af akkumulatoren sker med varmt vand tilsat soda.

Efter rensning og afskylning er det hensigtsmæssigt at påsprøjte et vandabsorberende middel på akkumulator og kabler, så fugtproblemer undgås.

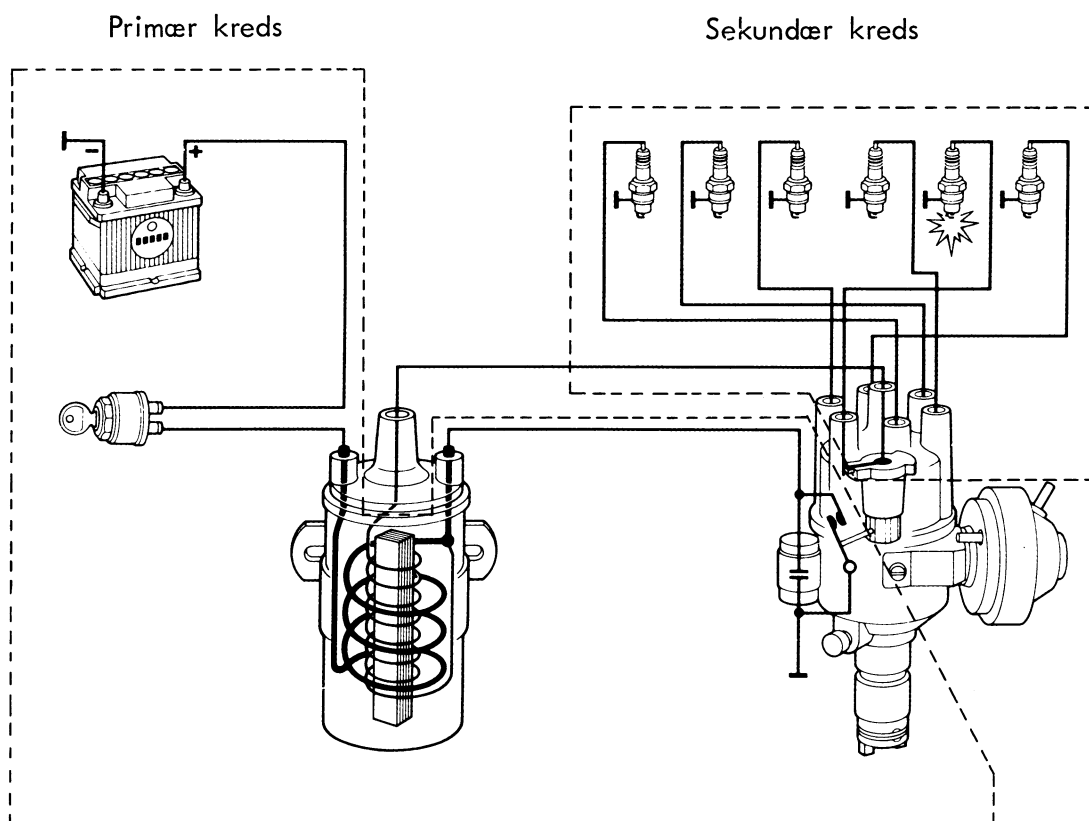




Opbygning

Kontaktstyret spoletænding er bygget op af en række enheder, der sammen danner to strømkredsløb:

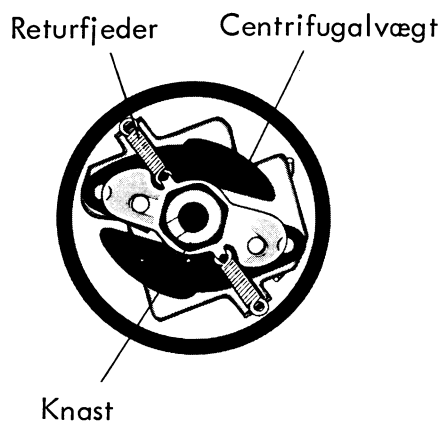
1. Det primære kredsløb
2. Det sekundære kredsløb



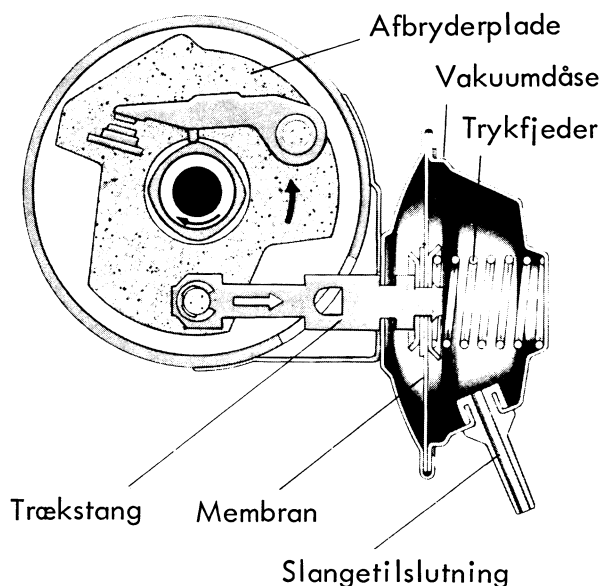


Tændingsanlægget består endvidere af et system til regulering af tændingstidspunktet. Reguleringssystemet er normalt en centrifugal- og en vakuumregulator.

Centrifugalregulator



Vakuumregulator



Princip

Den elektriske funktion i tændingsanlægget kan deles i:

1. Hvad der sker, når strømfordelerkontakterne er lukkede.
2. Hvad der sker, når strømfordelerkontakterne åbner.

Lukkede kontakter

Primærkreds

Når strømfordelerkontakterne er lukkede, sendes en strøm fra akkumulatorens isolerede pol gennem tændingslås, tændspole og strømfordelerkontakter til stel.

Akkumulatorens anden pol er stelforbundet, og strømkredsen er sluttet. Der opbygges et magnetfelt i tændspolen.

Sekundærkreds

Ingen funktion.



Kontakter åbner

Primærkreds

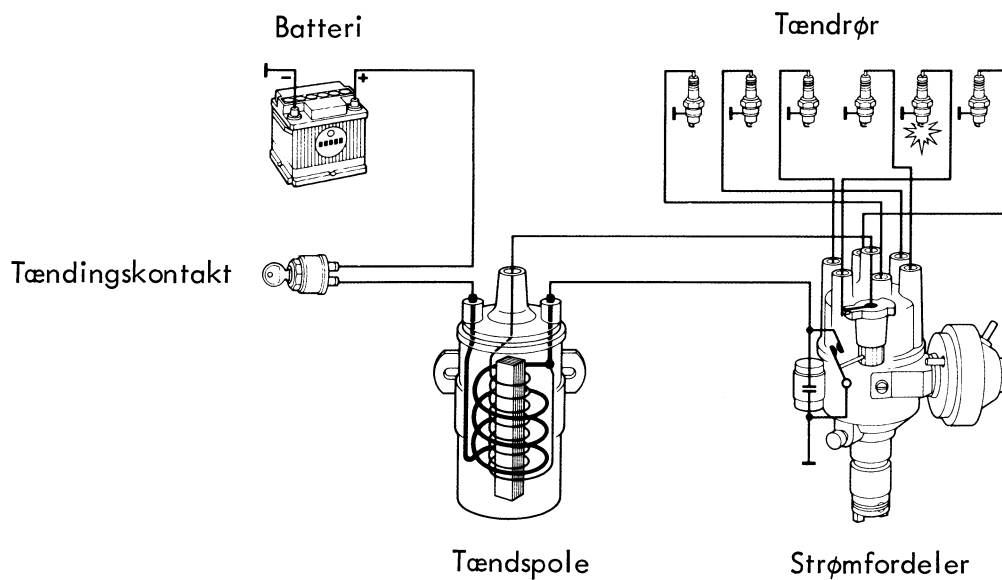
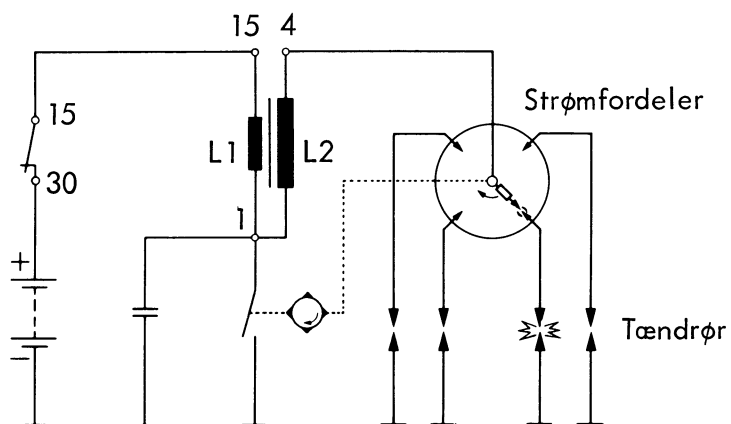
Når strømfordelerkontakterne åbner, afbrydes akkumulatorstrømmen, og magnetfeltet nedbrydes i tændspolen.

Kondensatoren sørger for, at strømmen afbrydes hurtigt, hvorved strømfordelerkontakterne beskyttes, og spændingen i primærviklingen øges.

Sekundærkreds

I tændspolens sekundære spole induceres en højspænding. Højspændingen ledes til et af tændrørene ved hjælp af strømfordelerens rotor og dæksel.

Rotorens stilling bestemmer, ved hvilket tændrør spændingen danner en gnist.





Tændspole Formål

Det er tændspolens opgave at optage energi fra akkumulatoren gennem primærkredsen og oplagre energien i form af et magnetfelt. Denne energi omdannes til højspænding i sekundærkredsløbet og udløses som gnister i tændrørene.

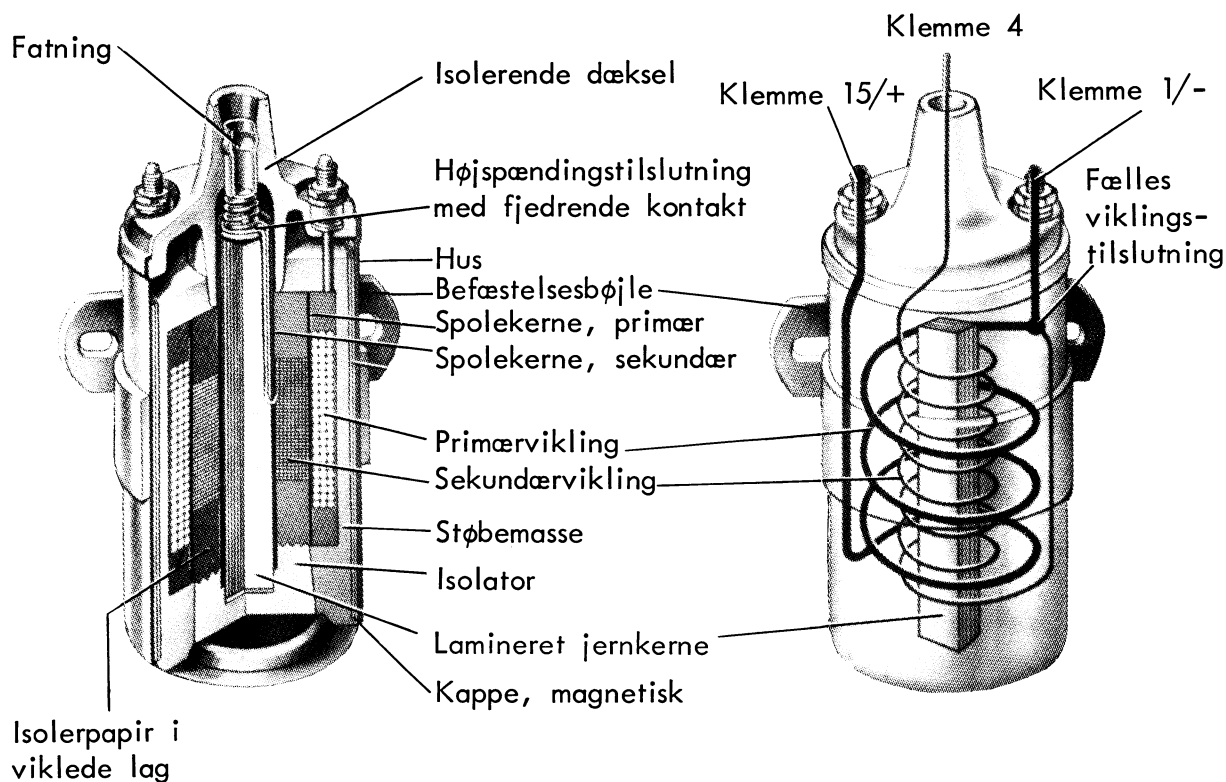
Tændspole Opbygning

Tændspolen består af en lamelleret jernkerne samt en sekundærvikling og en primærvikling.

Sekundærviklingen består af 15 000 til 30 000 vindinger af tynd kobbertråd.

Primærviklingen består af nogle hundrede vindinger af væsentligt tykkere kobbertråd.

Forholdet mellem vindingstallene er mellem 60 : 1 og 150 : 1. Viklinger og jernkerne er faststøbt i et hus af hensyn til isolering, afkøling og mekanisk styrke.

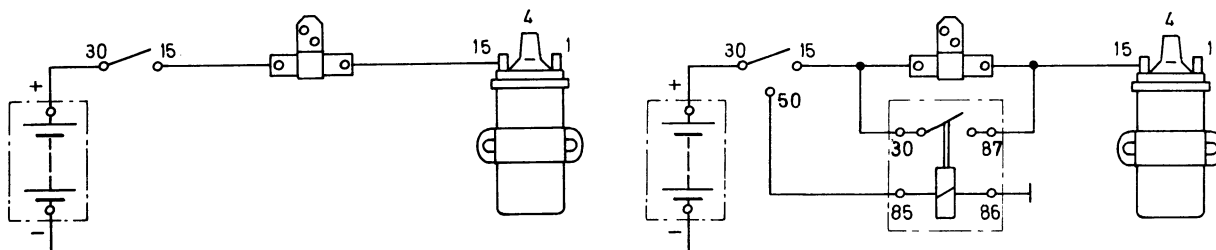


Ved nogle tændspoler anvendes olie til isolering og afkøling. En del tændspoler har en lukket jernkerne, der forbedrer virkningsgraden.



Tændspole med
formodstand

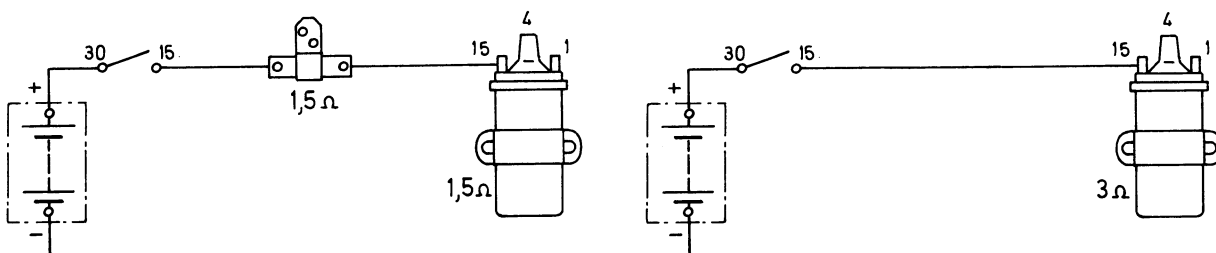
Ved mange tændingsanlæg anvendes tændspoler med formodstand. Herved opnås forskellige fordele afhængig af, hvorledes modstanden er indbygget.



En tændspole med formodstand kan levere tilstrækkelig tændspænding ved et højere omdrejningstal end en tændspole uden formodstand.

Den samlede modstand i primærkredsen er ved tændspoler med formodstand summen af tændspolens og formodstandens modstand. Ved kørsel med lavt omdrejningstal vil primærstrømmen være stor f.eks. 4 A.

Den samlede modstand er ca. $\frac{12}{4} = 3 \Omega$



Ved højt omdrejningstal vil begge spolars faktiske modstand, impedansen, mod den pulserende jævnstrøm stige ca. 4 gange. Ved tændspoler uden formodstand bliver modstanden 12 ohm.

Strømmen bliver $\frac{12}{12} = 1 \text{ A}$

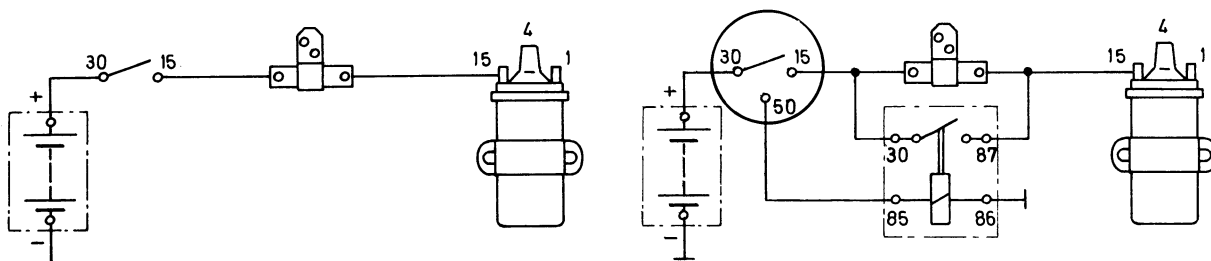
Ved tændspoler med formodstand bliver modstanden i tændspolen ca. 6 ohm. Modstanden gennem formodstanden er uændret 1,5 ohm. Den samlede modstand er således 7,5 ohm.

Strømmen bliver $\frac{12}{7,5} = 1,6 \text{ A}$

Dette giver 60% mere primærstrøm og dermed forøget tændenergi. Regneeksemplet anskueliggør fordelene ved tændspoler med formodstand uden at belyse alle forhold.



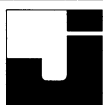
Nogle tændspoler med formodstand tilføres højere spænding uden om formodstanden ved start. Herved opnås en lettere start. Dette kan ske ved hjælp af en ekstra klemme på startrelæet eller med et relæ, der aktiveres fra tændingskontakten.



Ved udskiftning af en tændspole er det meget vigtigt, at spolen passer til en eventuel formodstand.

Er formodstanden for stor i forhold til tændspolen, bliver den afgivne effekt fra tændspolen for lille.

Er formodstanden for lille i forhold til tændspolen, bliver primærstrømmen for stor, og strømfordelerkontaktens levetid nedsættes væsentligt.

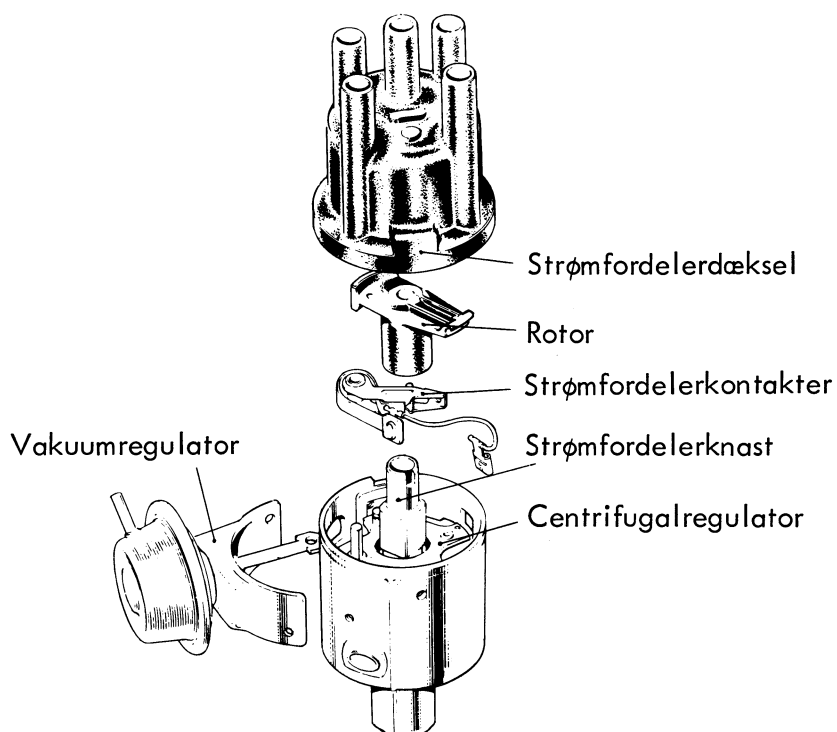


Strømfordeler Formål

Strømfordeleren har tre formål:

1. At afbryde og slutte primærstrømmen på de rigtige tidspunkter.
2. At fordele tændspændingerne til tændrørene i tændingsrækkefølgen.
3. At regulere tændingstidspunktet.

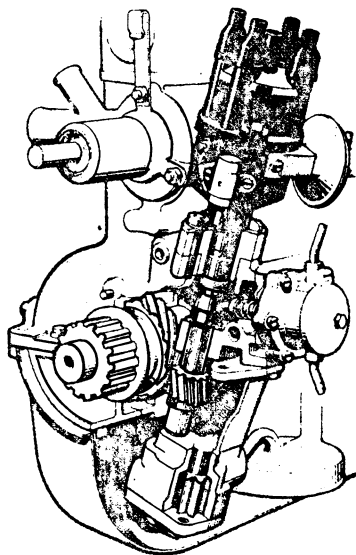
Tændingsreguleringen er ens ved mekanisk styret spoletænding og elektronisk styret spoletænding.



Strømfordeler Aktivering

Strømfordelerens aksel drives normalt af motorens knast-aksel.

En drejning af motorens krumtap på f.eks. 2° vil bevirke en drejning af strømfordeleren på 1° .





Kontaktsæt

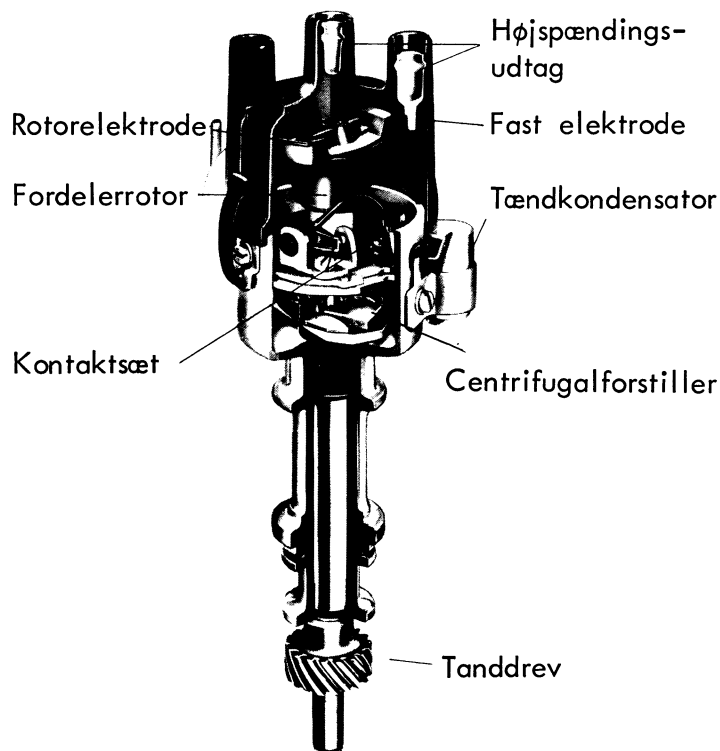
Kontaktsættet er indbygget i strømfordeleren.

Kontaktsættet påvirkes af strømfordelerens knast og har til formål at slutte og afbryde primærkredsløbet i takt med motorens omdrejningstal.

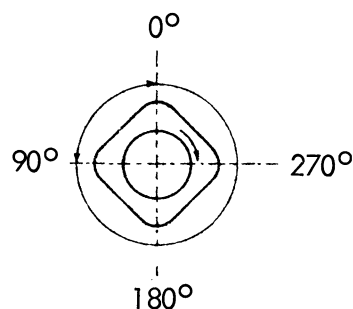
For at sikre, at cylindrene får det rigtige tændingstidspunkt, skal primærstrømmen afbrydes, når de enkelte cylindres stempler står det samme antal grader før top.

Primærstrømmen skal derfor afbrydes ved 0° , 90° , 180° og 270° drejning af strømfordeleren ved en 4-cylindret motor og ved 0° , 60° , 120° , 180° , 240° og 300° drejning ved en 6-cylindret motor.

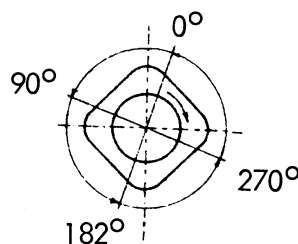
Strømfordelerknasten kan både være symmetrisk og asymmetrisk fremstillet.

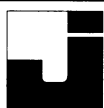


Symmetrisk knast



Asymmetrisk knast



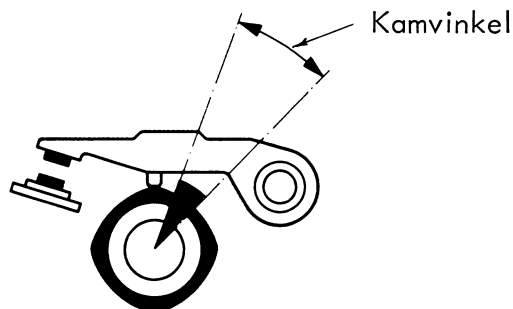


Kamvinkel

Kontaktsættets lukkevinkel kaldes kamvinkel.

Kamvinklen er det antal grader, strømfordelerknasten drejer, medens kontakterne er lukkede.

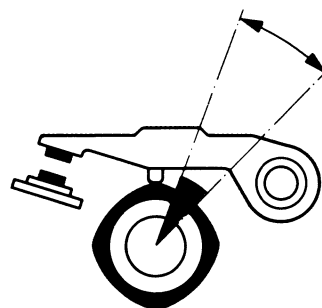
Korrekt kamvinkel er af afgørende betydning for tændingsanlæggets funktion.



Lille kamvinkel

Lille kamvinkel giver stor kontaktafstand. Dette bevirker, at kontakternes åbnehastighed er stor, og at gnistdannelsen ved kontakterne formindskes.

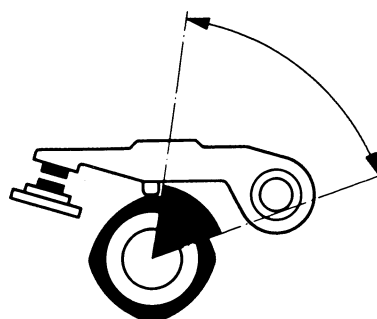
Lille kamvinkel bevirker kort lukketid, hvorved tændspolen kun tilføres lidt energi.



Stor kamvinkel

Stor kamvinkel giver lille kontaktafstand. Lukketiden bliver lang, og tændspolen tilføres megen energi, og tændingsanlægget kan følge med, selv ved stor hastighed.

Stor kamvinkel vil forstærke gnistdannelsen ved kontakterne specielt ved lav hastighed.



Enhver ændring af kamvinklen bevirker også en ændring af tændingstidspunktet.



Kontaktsæt

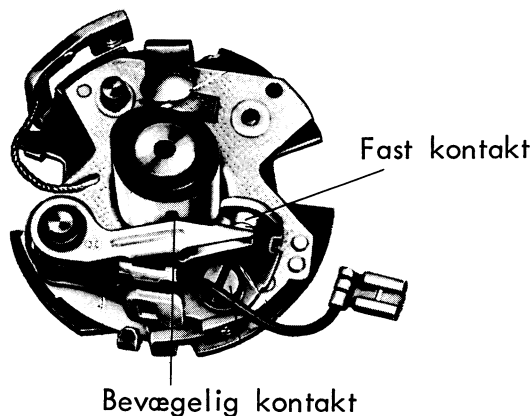
Kontaktsættet består af wolfram og kan afbryde en strømstyrke på ca. 5 ampere med en spænding op til 500 volt. Kontaktsættet er ligeledes i stand til at slutte og afbryde primærstrømmen et bestemt antal gange per minut. Overskrides dette tal, opstår der kontaktprel, hvilket bevirker tændingsudsættelse.

Under drift opstår der gnistdannelse ved kontaktsættet. Denne gnistdannelse forårsager en materialevandring fra den bevægelige kontakt til den faste kontakt.

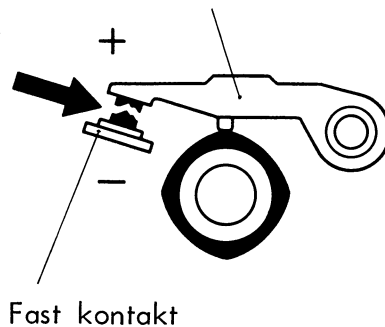
Der vil ligeledes fordampe en del af kontakternes metal, hvorved der dannes et oxydlag på kontakterne.

Dette lag øger modstanden over kontakterne og giver et spændingstab.

Strømfordelerkontakternes fiberklods slides også under drift, hvorved kontaktafstanden bliver mindre.



Bevægelig kontakt

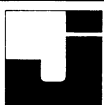


Fordeling af tændspænding

Fordeling af tændspænding til tændrørene sker ved hjælp af strømfordelerdækslet og rotoren.

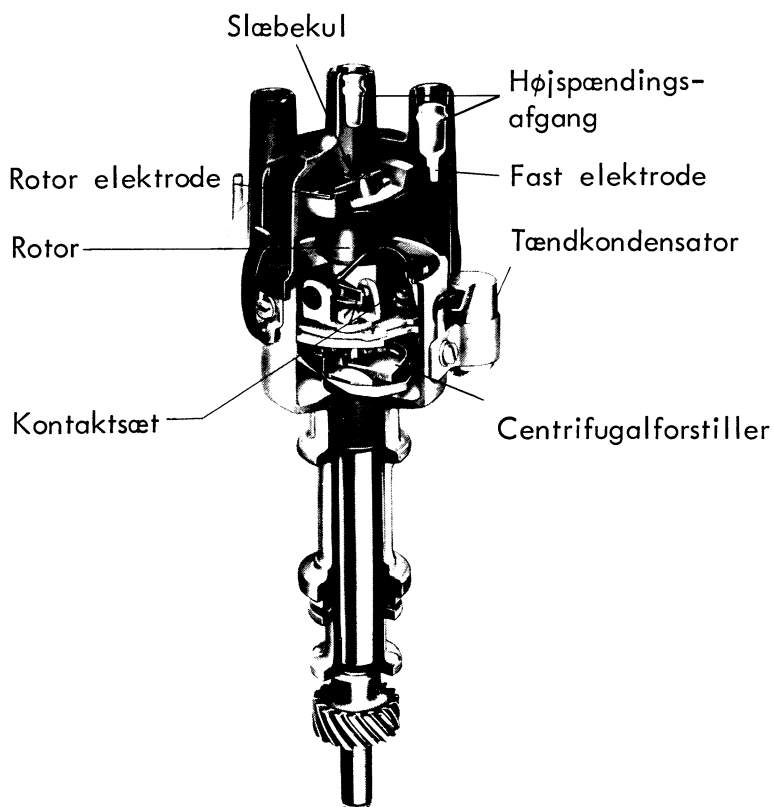
Strømfordelerdækslet er fremstillet af et isolationsmateriale og består af en højspændingstilgang med slæbekul og højspændingsafgang med faste elektroder.

Rotoren er ligeledes fremstillet af et isolationsmateriale og forsynet med en elektrode, samt i nogle tilfælde en radiostøjdæmpning.



Tændenergien føres fra tændspolen til dækslet gennem slæbekullet til rotoren.

Fra rotoren springer en gnist til strømfordelerdækslets elektroder. Tændenergien fordeles herved efter tur til de enkelte tændrør.





Kondensator Formål

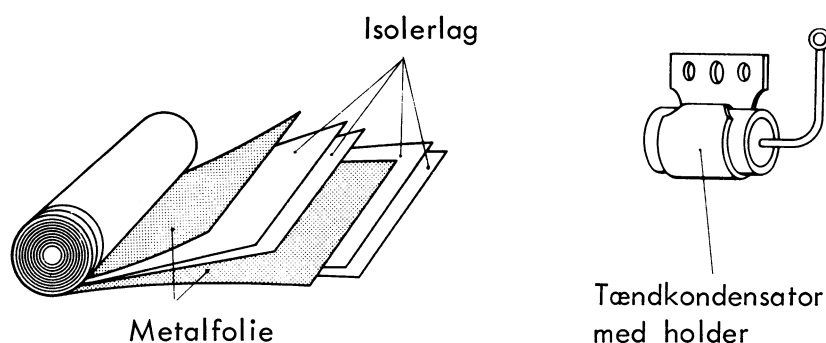
Det er kondensatorens opgave at sikre en præcis afbrydelse af primærstrømmen. Kondensatoren beskytter endvidere strømfordelerkontakterne ved at begrænse gnistdannelsen ved disse mest muligt.

Kondensator Opbygning

Kondensatoren består af to strimler metalfolie, der er isoleret fra hinanden af specialpapir.

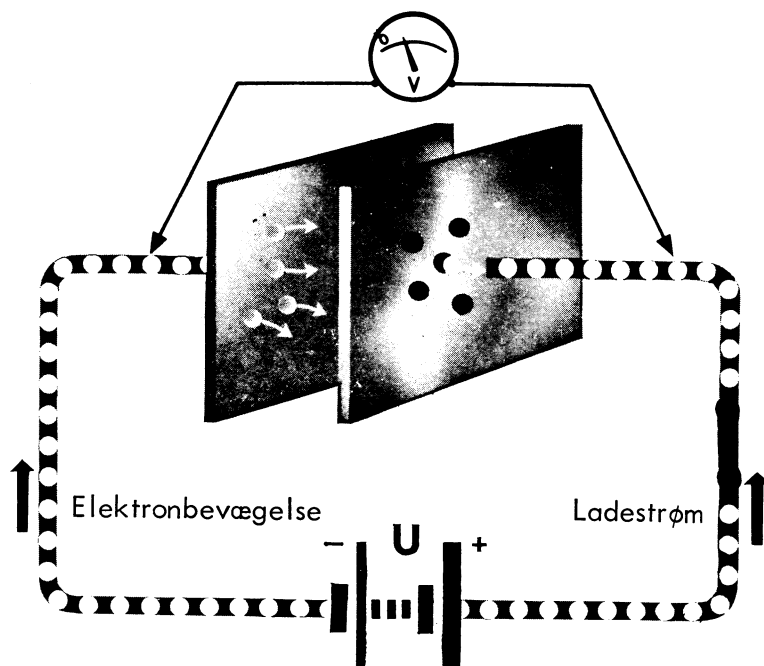
Metalfolieerne og isolationspapiret er rullet sammen og indbygget i et metalhus.

Den ene foliestrimmel er forbundet til huset, og den anden er forbundet til kondensatorledningen.



Princip

En kondensator kan optage en elektrisk ladning og opbevare den for senere at afgive den igen.





Tændingsanlæg Funktion

Tændspolens primærvikling L1 og sekundærvikling L2 om-slutter en lamineret jernkerne.

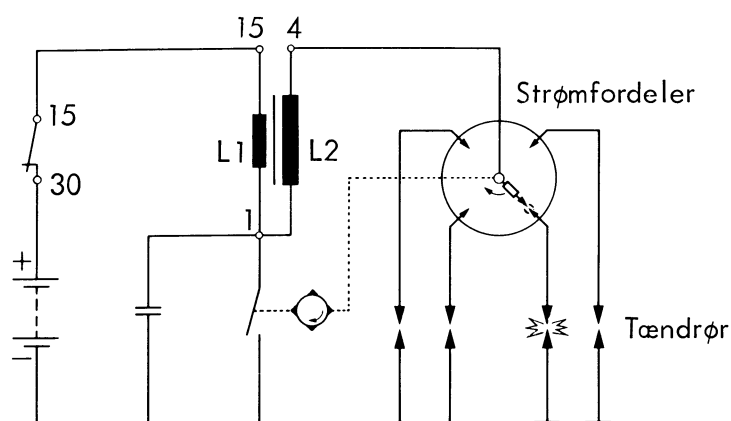
Primærviklingens klemme 15/+ er forbundet til tændings-kontakten og akkumulatoren.

Primærviklingens negative klemme 1/- er forbundet til stel gennem kontaktsættet.

Kondensatoren er forbundet parallelt over kontaktsættet. Sekundærviklingens ene ende er forbundet til stel gennem tændingskontakten og akkumulatoren.

Den anden ende er forbundet til strømfordelerdækslets midterelektrode.

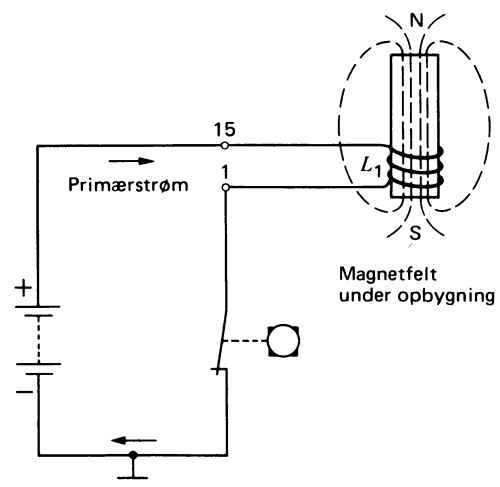
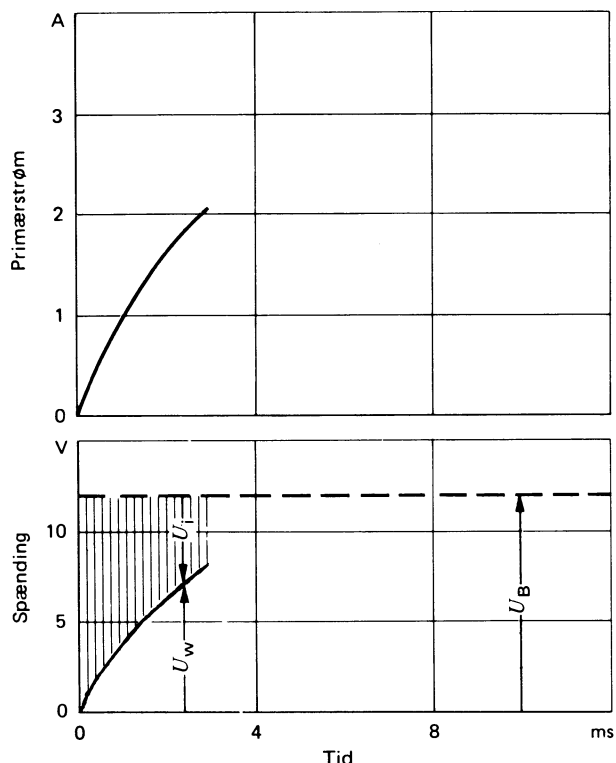
Diagram over mekanisk styret spoletændingsanlæg



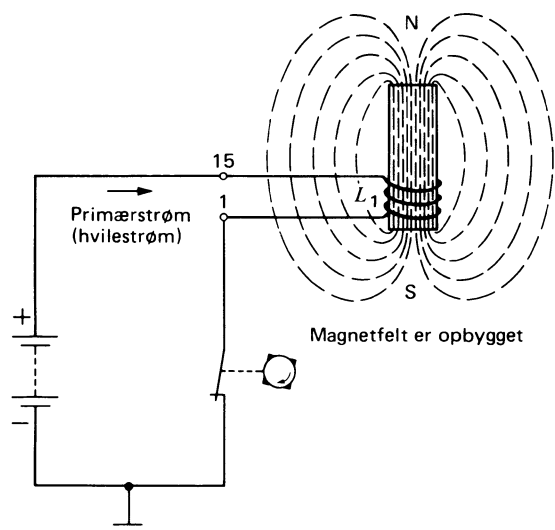
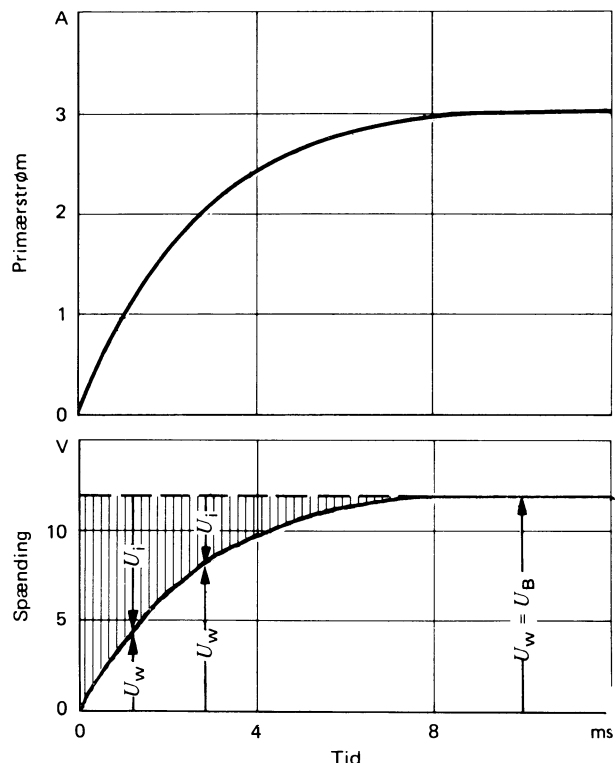
Primærstrømmen opstår i det øjeblik, kontaktsættet sluttes. Den stiger langsomt og når sin maks. værdi efter 10 til 15 millisekunder. Den forsinkede opbygning skyldes, at magnetfeltet om primærviklingen skaber en selvinduktions-spænding U_i i primærviklingen. Selvinduktionsspændingen er modsat rettet akkumulatorspændingen U_a , og kun en del af akkumulatorspændingen U_w er virksom til frembrin-gelse af primærstrøm, så længe magnetfeltet er under op-bygning.

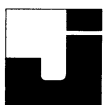
Primærstrømmen er i denne periode lavere end hvilestrøm-men. Ved hvilestrøm forstås den strøm, der er bestemt af akkumulatorspændingen og modstanden i primærviklingen.

Primærstrømmen sluttet og begynder at opbygge et magnetfelt, når kontaktsættet lukkes.



Selvinduktionsspændingen U_i forsvinder, når magnetfeltet er færdigopbygget. Den fulde akkumulatorspænding er til stede, når hvilestrømmen opnås.





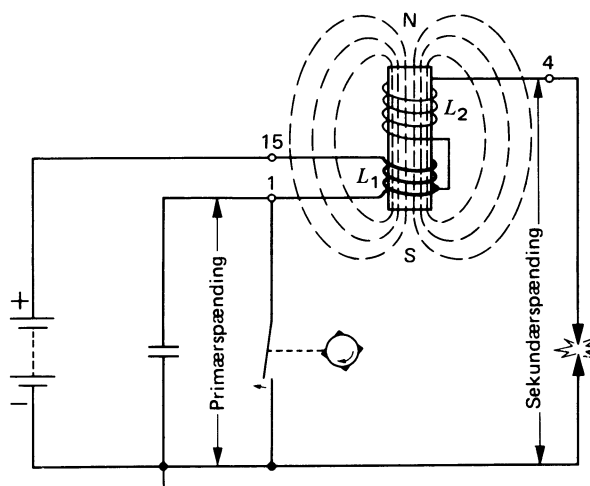
Magnetfeltet nedbrydes i det øjeblik, kontaktsættet åbner og afbryder primærstrømmen.

I samme øjeblik induceres en spænding i både primær- og sekundærviklingen.

Størrelsen af den inducerede spænding afhænger af:

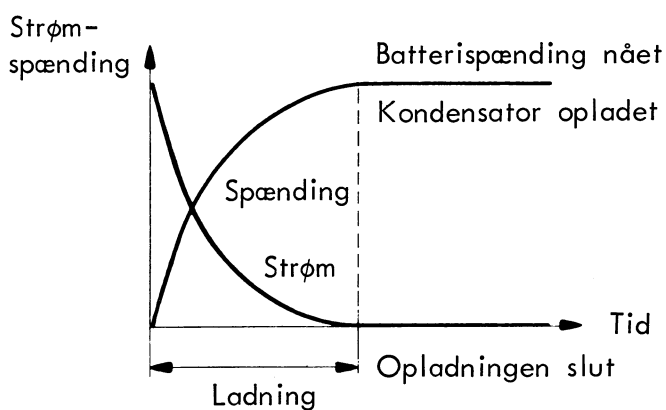
1. Magnetfeltets styrke, det vil sige den oplagrede energi.
2. Hastigheden, hvormed magnetfeltet forsvinder.
3. Spolernes vindingstal.

Sekundærviklingen har flere hundrede gange flere viklinger end primærviklingen, og spændingen i sekundærviklingen bliver derfor flere hundrede gange større end spændingen i primærviklingen.



Selvinduktionsspændingen bevirker en kondensatoropladning, der begynder med spændingen 0 og en meget høj strømstyrke.

Kurven viser strøm- og spændingsforløb ved opladningen af kondensatoren.





Kontaktsættet når at åbne, inden kondensatorspændingen stiger. Herved undgås, at der opstår en lysbue ved kontakterne. Trods denne forsinkelse af spændingsstigningen i primærkredsen er den dog så stejl, at magnetfeltet meget hurtigt nedbrydes, ca. 20 gange hurtigere end uden kondensator.

Nedbrydningen varer nøjagtig så lang tid, som det tager at oplade kondensatoren første gang til en spænding på ca. 390 volt.

Efter at magnetfeltet er nedbrudt, ophører selvinduktionen og kondensatoropladningen.

Kondensatoren beholder imidlertid ikke sin ladning, idet den aflades gennem primærviklingen. Denne afladningsstrøm har den modsatte retning af opladningsstrømmen.

Afladningsstrømmen opbygger igen et magnetfelt i tændspolen, men med modsat rettede poler.

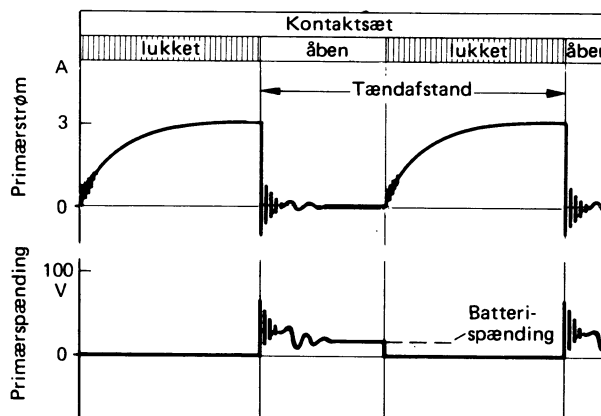
Efter kondensatorens opladning nedbrydes også dette magnetfelt, og der induceres igen en selvinduktionsspænding. Kondensatoropladningen gentages, men med modsat polaritet end som første opladning.

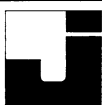
Efter magnetfeltet er nedbrudt, og kondensatoropladningen er slut, sker afladningen igen gennem primærviklingen, og hele processen gentages.

Der er skabt et svingningsforløb, som kort beskrevet har følgende forløb:

Magnetfeltet nedbrydes, hvorved kondensatoren oplades gennem selvinduktionen.

Kondensatoren aflades, hvorved et nyt magnetfelt opbygges. Magnetfeltet nedbrydes, hvorved kondensatoren oplades gennem selvinduktion osv.

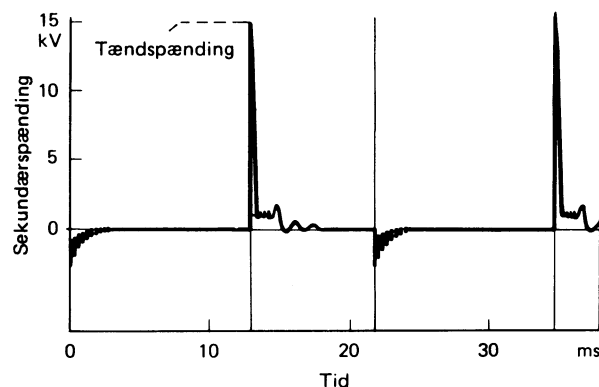
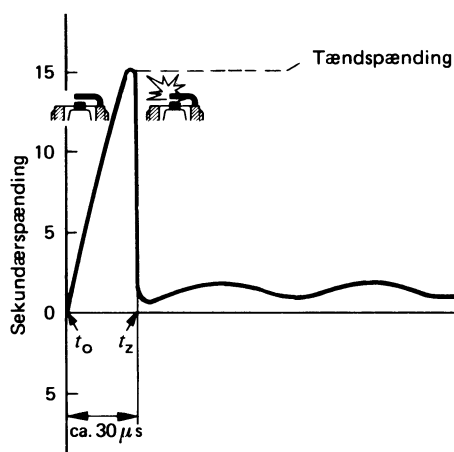




Nedbrydningen af magnetfeltet varer nøjagtig lige så lang tid, som det tager kondensatoren at blive opladet første gang.

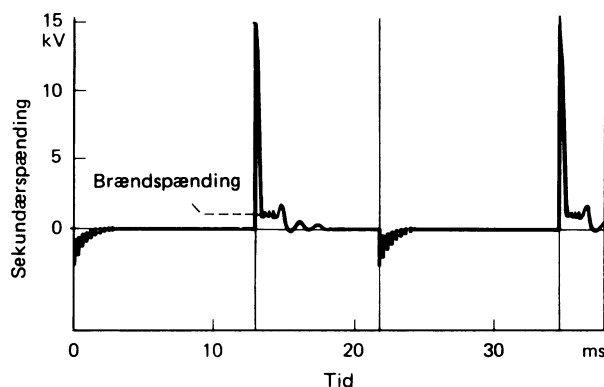
Magnetfeltet er nedbrudt, og spændingen i sekundærkredsen har startet gnisten ved tændrøret, inden genopladningen af kondensatoren begynder.

Gnistgabet ved tændrøret er i perioden, indtil gnisten opstår, ikke ledende, og der sker derfor en spændingsstigning ved tændrørets elektroder. Gnistgabet bliver pludselig ledende, når en bestemt spænding er nået, og gnisten opstår. Denne spænding kaldes tændspændingen.



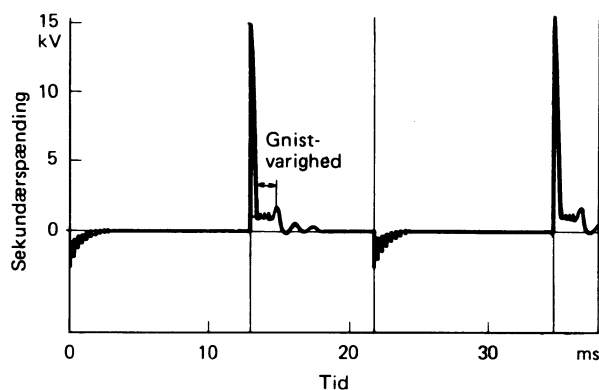
Tændspændingen falder hurtigt, efter at gnistgabet er blevet ledende, og gnisten holdes vedlige af en væsentlig lavere spænding.

Denne spænding kaldes brændspændingen.



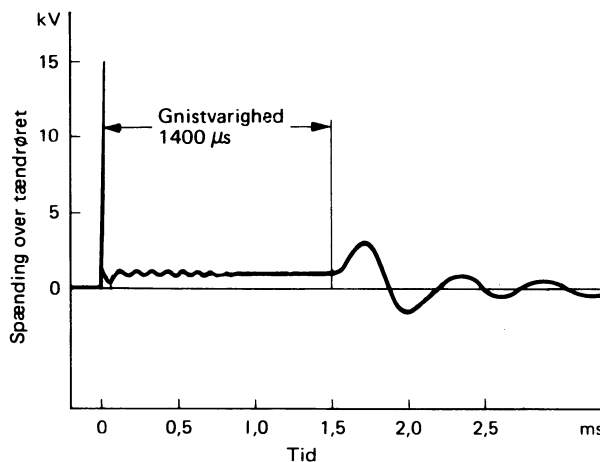


Gnistens varighed afhænger af den tilførte energi fra tændspolen og forholdene i forbrændingsrummet, herunder benzin- og luftblandings bevægelse.

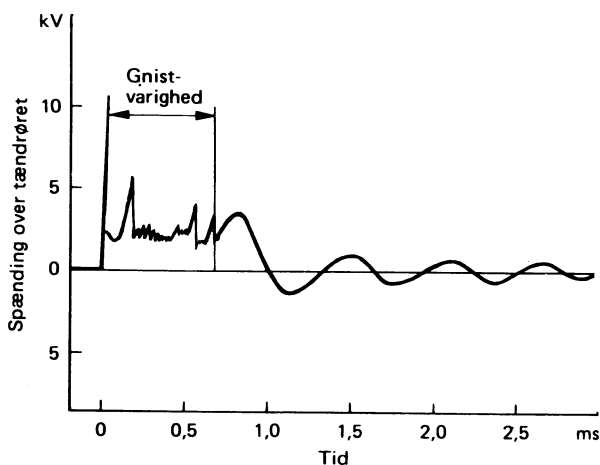


Gnistens varighed er længst ved lave omdrejningstal, dels fordi energitilførselen er større, og dels fordi turbolensen i cylinderen er mindre.

Energitilførslen ved lave omdrejningstal er størst, fordi tændspolens energioplagering forøges på grund af kontakternes længere lukketid.



Turbolens i cylinderen afkorter gnistlængden, fordi den rives over, og der skal derfor anvendes energi til at genetablere gnisten.

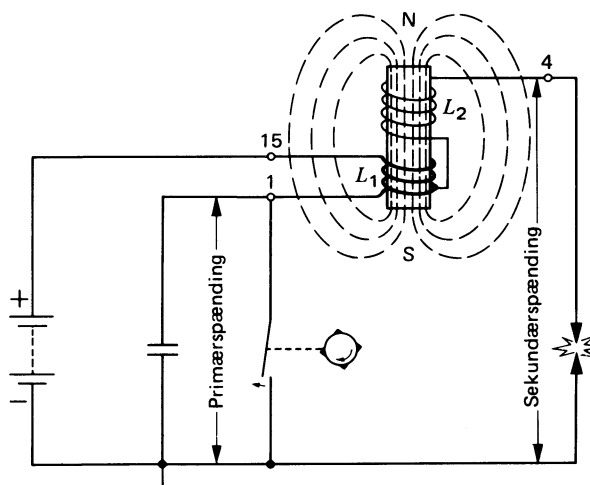




Tændspolens primær- og sekundærvikling er forbundet således, at tændrørets midterelektrode under spændingsstigningen er negativ i forhold til stel.

Dette bevirker, at tændspændingen bliver lavere. Den lavere spænding skyldes, at elektronerne lettere slynges ud i gnistgabet fra den varme midterelektrode, samt at den varme midterelektrode også afgiver flere elektroner.

Den kraftigere elektronudstråling bevirker, at gnistgabet lettere bliver ledende, således at gnistens opståen lettes.



Tændspænding

Tændspændingen afhænger af mange forhold. Tændspændingen er normalt mellem 4 kV og 10 kV. Den må ikke variere væsentligt fra cylinder til cylinder.

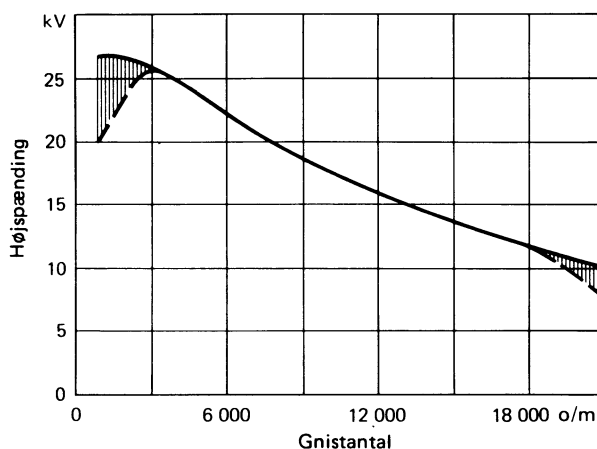
Forhold, der påvirker tændspændingen:

Tændspænding		
Faktorer, der er udslagsgivende for tændspændingsbehovet	Høj	Lav
Elektrodeafstand	Stor	Lille
Elektrodetilstand	Afbrændte	Nye
Elektrodeform	Rund, tyk	Skarpkantede, tynde
Midterelektrodens polaritet	Positiv	Negativ
Temperatur over elektroderne og i forbrændingsrummet	Lav	Høj
Blandingssammensætning	Mager, meget fed	Rigtig til lidt fed
Kompressionstryk	Høj	Lav



Den disponible spænding fra tændspolen er afhængig af omdrejningstallet.

Disponibel spænding fra en 12 volt tændspole som funktion af omdrejningstal per minut.

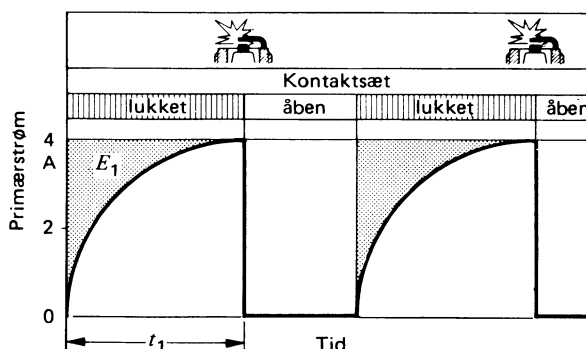


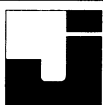
Ved meget lave omdrejningstal og gnistantal per minut åbnes kontaktsættet meget langsomt.

Gnistdannelsen ved kontaktsættet øges, og noget af tændspolens oplagrede energi går til spilde, således at tændenergi og disponibel spænding falder.

Dette forhold er særlig kritisk ved start af kold motor, hvor motoren kun drejes langsomt rundt af starteren, og hvor primærstrømmen er lav på grund af fald i akkumulatorspændingen.

Ved kørsel ved lave omdrejningstal er lukkeperioden lang. Lang lukkeperiode sikrer størst mulig oplagring af energi i tændspolen.



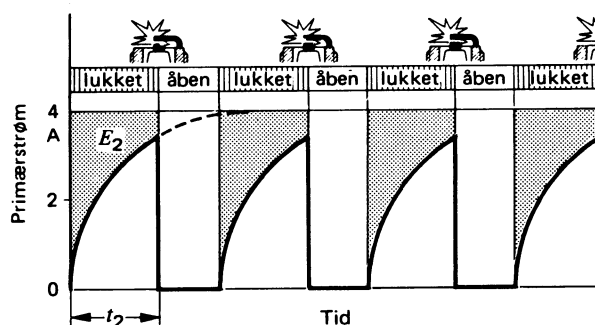


Ved stigende omdrejningstal og gnistantal forkortes lukkeperioden, og primærstrømmen afbrydes, inden hvilestrømmen opnås.

Dette bevirker, at der oplagres mindre energi i tændspolens magnetfelt.

Herved falder såvel den disponible tændenergi som tændspændingen i tændingsanlægget.

Ved højt omdrejningstal og gnistantal forekommer kontaktprel. Kontaktprelningen går ud over lukketiden og bevirker usikker tænding samt fald i tændenergien og tændspændingen.



1

2

3

4

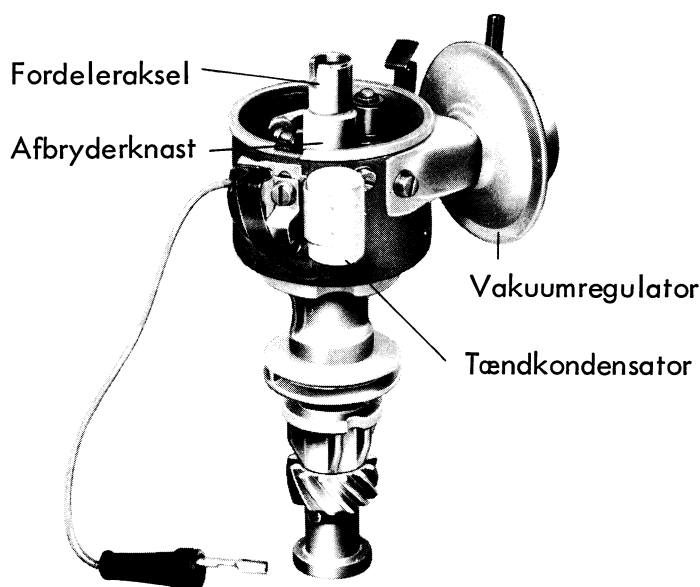
Regulering af
tændingstidspunkt

Tændingstidspunktet har stor betydning for motorens ydelse, brændstofforbrug og levetid.

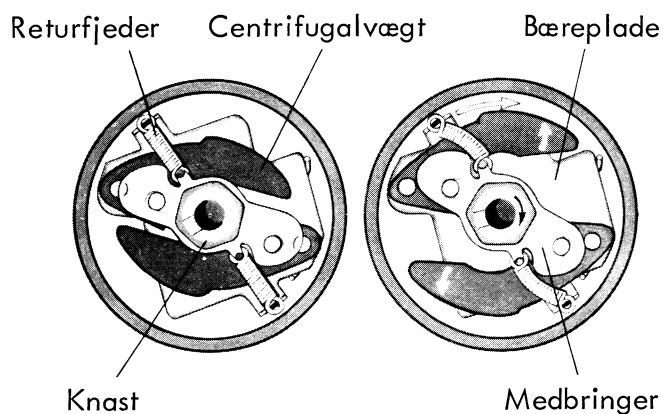
Tændingstidspunktet er under kørsel bestemt af grundjusteringen og af tændingsreguleringen.

Tændingsreguleringen er normalt udformet på samme måde som ved mekanisk styret spoletænding og ved elektronisk styret spoletænding.

Reguleringen er indbygget i strømfordeleren og består normalt af en centrifugalregulator og en vakuumregulator.



Centrifugalregulator

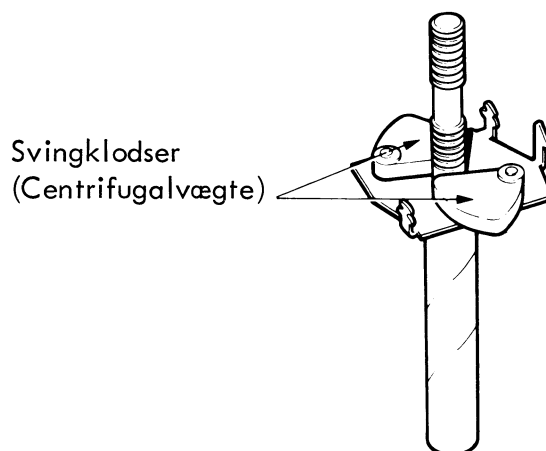
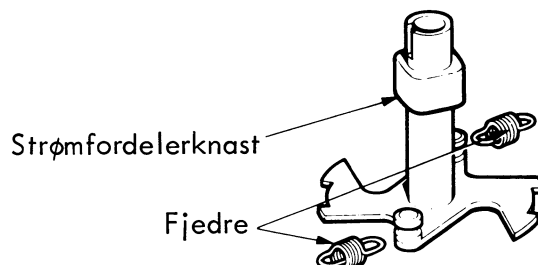
Centrifugal-
regulator
Formål

Det højeste forbrændingstryk skal fremkomme 10° til 15° efter top i forbrændingstakten under alle forhold.

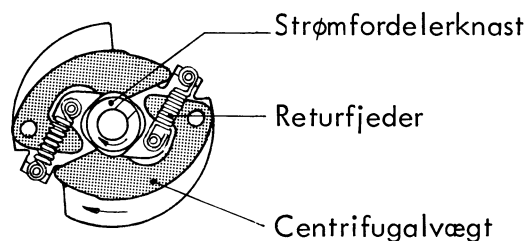
Ved stigende omdrejningstal bevæger stemplet sig længere, i perioden fra antændelsen sker, til hele blandingen er antændt. Tændingstidspunktet skal derfor også være tidligere. Tændingstidspunktet reguleres normalt efter omdrejningstallet af en centrifugalregulator, der er indbygget i strømfordeleren.

Centrifugal-
regulator
Funktion

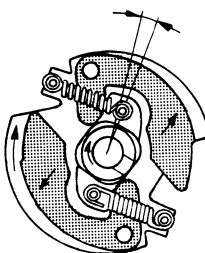
Centrifugalregulatoren regulerer tændingstidspunktet ved hjælp af fjederbelastede svingklodser, centrifugalvægte, der drejer strømfordelerknasten i forhold til motorens omdrejningstal.

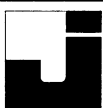


Ved tomgang trækker fjedrene centrifugalvægtene ind, og der er ingen forstilling.

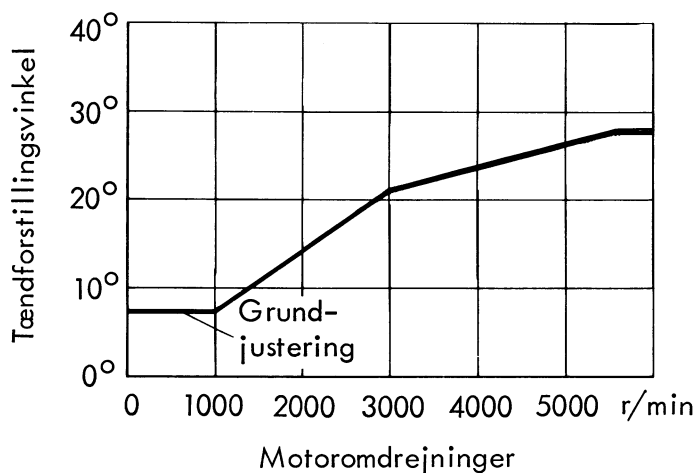


Ved stigende omdrejningstal slynger centrifugalvægtene ud. Strømfordelerknasten drejes herved med i omløbsretningen, og tændingstidspunktet bliver tidligere.



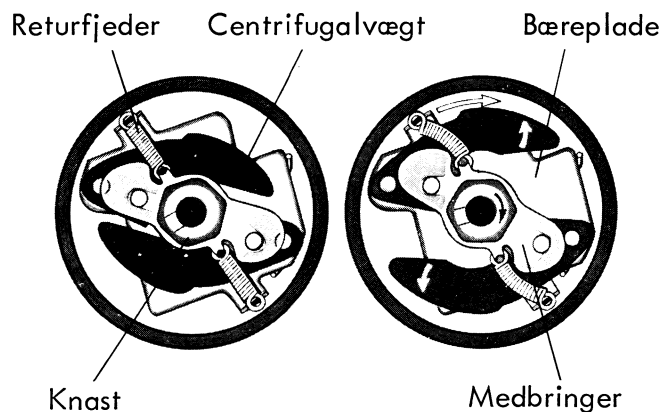


Forstilleren er tilpasset den enkelte motor og leverer en given forstilling i forhold til motorens omdrejningstal. Kurven viser tændingstidspunkt samt funktion af motoromdrejningstal.

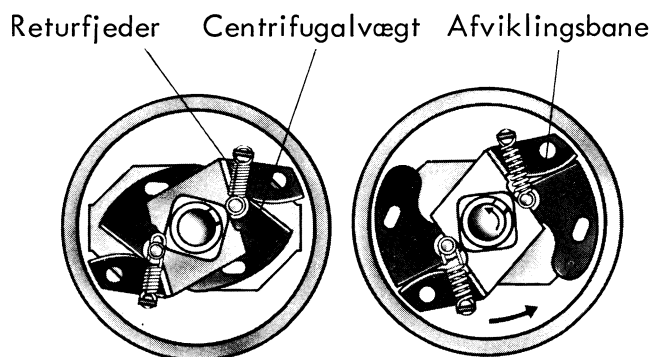


Centrifugalregulatoren kan være udformet på forskellig måde, således at den opfylder de krav, der stilles til reguleringen af tændingstidspunktet.

Kulisseforstiller



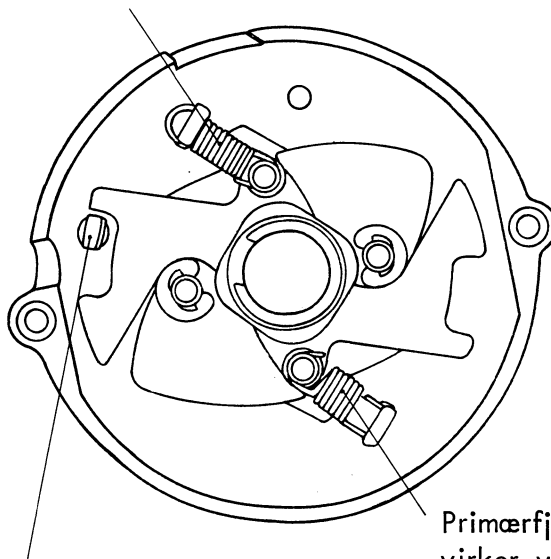
Afviklingsforstiller





Fjedrene i centrifugalforstilleren er ofte af forskellig stramhed og konstrueret således, at den ene fjeder hovedsagelig virker ved lavere omdrejningstal og den anden ved højere omdrejningstal.

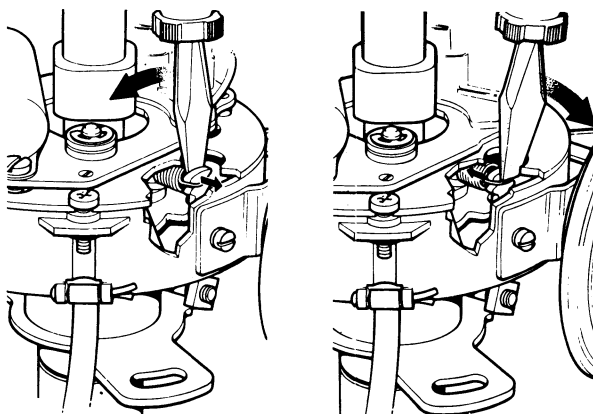
Sekundær fjeder, der virker ved høje omdrejningstal

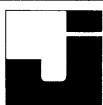


Forstillingsstop

Primærfjeder, der virker ved lavere omdrejningstal

Ved enkelte strømfordelere kan centrifugalregulatorens fjederspænding justeres.



Vakuumregulator
Formål

Motorens omdrejningstal er ikke alene bestemmende for det gunstigste tændingstidspunkt.

Motorens konstruktion, brændstoffets beskaffenhed samt motorens belastning og motorens fyldning spiller også en væsentlig rolle. Disse forhold har indflydelse på forbrændingshastigheden, der varierer mellem ca. 5 m/s til over 45 m/s, afhængig af forbrændingens betingelser.

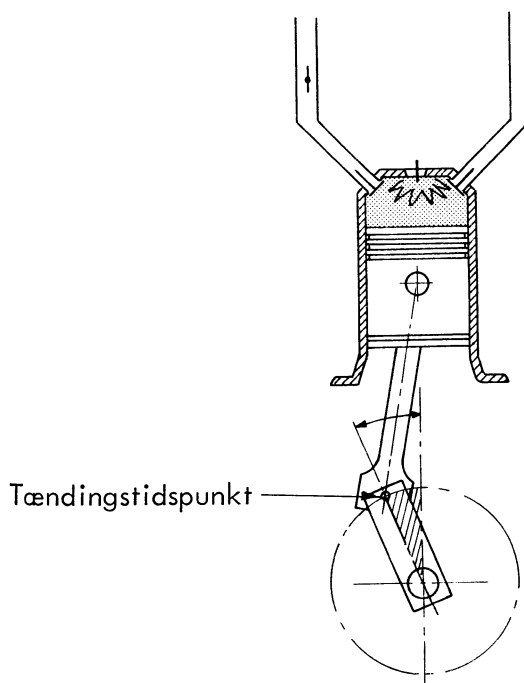
Højt tryk, høj temperatur, god tubolens samt korrekt blandingsforhold øger forbrændingshastigheden.

For mager og for fed blanding mindsker forbrændingshastigheden.

Fuldgas

Ved fuldgas er motorens fyldning stor. Forbrændingstryk og temperatur er højt i forbrændingsrummet.

Forbrændingshastigheden er stor, og benzin/luftblandingen skal antændes forholdsvis sent.

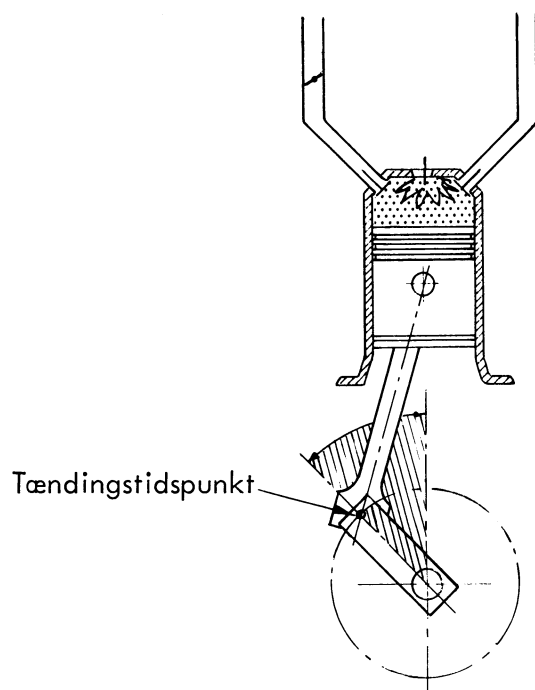


Let belastning

Ved let belastning er gasspjældets åbning lille.

Vakuummet i manifolden stiger, og motorens fyldning mindskes. Dette giver et lavere tryk og en lavere temperatur i forbrændingsrummet, og forbrændingshastigheden falder.

Tændingstidspunktet skal derfor være forholdsvis tidligt.

Vakuumregulering
Princip

Vakuumreguleringen regulerer tændingstidspunktet ved hjælp af vakuummet i indsugningsmanifolden, således at tændingstidspunktet er tidligt ved let belastning, når fyldningen og forbrændingshastigheden er lille.

Ved tomgang, under acceleration samt ved fuldgas stiller vakuumregulatoren ikke til tidligere tænding.

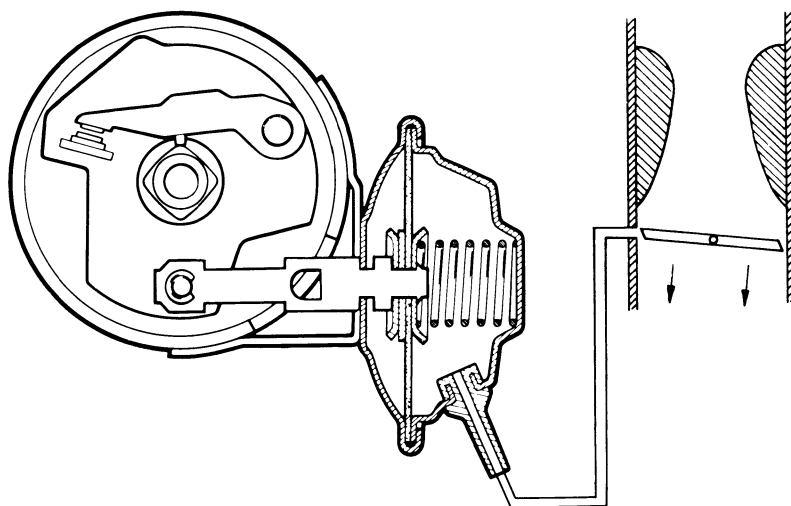
Tomgang
Funktion

Ved tomgang er der ingen forstilling, idet gasspjældet er lukket.

Det lukkede gasspjæld hindrer, at undertrykket fra manifolden kan påvirke vakuumregulatoren.

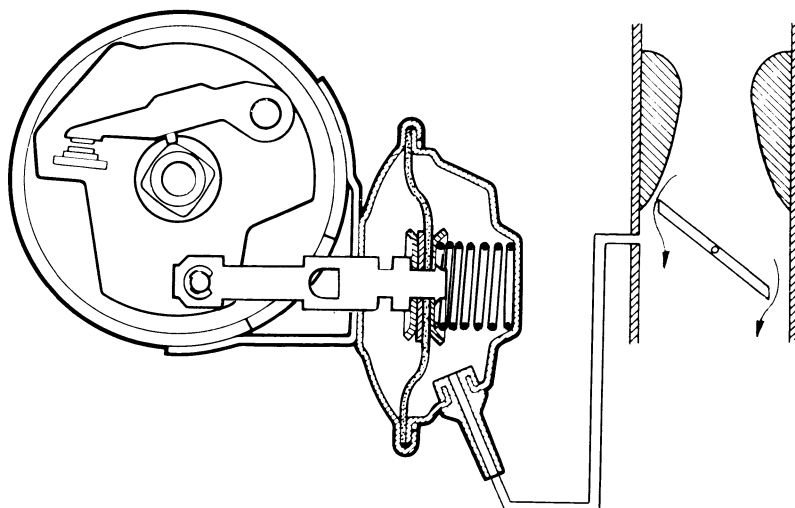
Gasspjældets justering ved tomgang er meget afgørende for vakuumregulatorens funktion.

Justering af tomgangshastigheden foregår derfor heller ikke ved gasspjældets stopskruer ved moderne luftomløbskarburatorer.

Let motor-
belastning
Funktion

Ved let motorbelastning er gasspjældet kun lidt åbent, og der er et stort vakuum i indsugningsmanifolden. Undertrykket forplanter sig til vakuumregulatoren og påvirker membranen. Afbryderpladen drejes mod omløbsretningen. Knasten møder strømfordelerkontakterne tidligere, og tændingen sker tidligere.

Belastningen og speederstillingen er bestemmende for trykrets størrelse og for forstillingen.

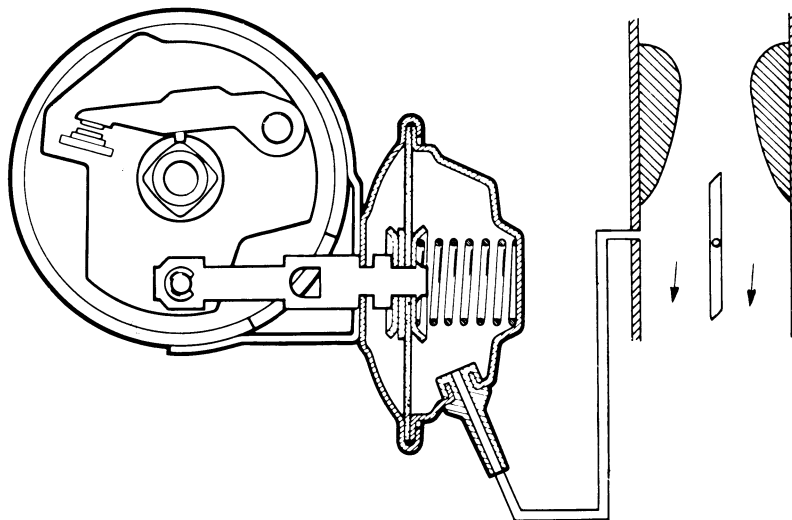


Stor belastning
Funktion

Undertrykket falder, hvis belastningen stiger, idet gasspjældets åbning øges.

Det mindre undertryk formindsker fremrykningen af tændingstidspunktet.

Ved fuldt åbent gasspjæld vil undertrykket være så lavt, at der ingen fremrykning af tændingstidspunktet finder sted.

Kombineret
centrifugal-
og vakuum-
regulering

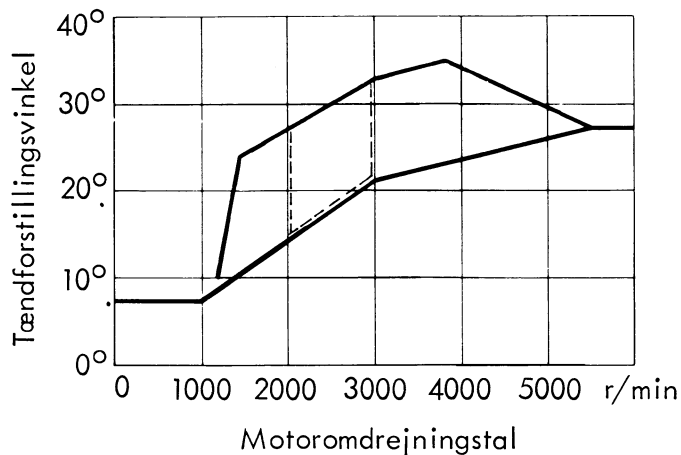
Denne kombination er ideel, idet tændingstidspunktet altid vil være afpasset efter både omdrejningstallet og belastningen på grund af samspillet mellem de to regulatører.

Samspillet mellem centrifugal- og vakuumregulatoren fremgår af kurven, der viser tændingsfremrykningen som funktion af omdrejningstallet.

Den nederste kurve angiver centrifugalregulatorens fremrykning.

Den øverste kurve angiver den samlede fremrykning af centrifugal- og vakuumreguleringen.

Den punkterede kurve viser en fuldgasacceleration fra ca. 2000 til 3000 omdrejninger per minut.





Tændingstids-
punktets
betydning for
forureningen

Tændingstidspunktet har stor betydning for mængden af giftige stoffer i udstødningsgassen.

Dette gælder både mængden af kulilter, kulbrinter og kvælstofilter.

Gasspjældet er i tomgang og under påløb næsten lukket og forhindrer dermed, at forbrændingsrummet forsynes med en tilstrækkelig mængde frisk gas.

Benzin/luftblandingen vil indeholde megen restgas. Den er overfed og kan give anledning til ufuldstændig forbrænding og til udsættelse.

Ved at gøre tændingstidspunktet senere under tomgang og påløb udvikles der mere varme i forbrændingsrummet.

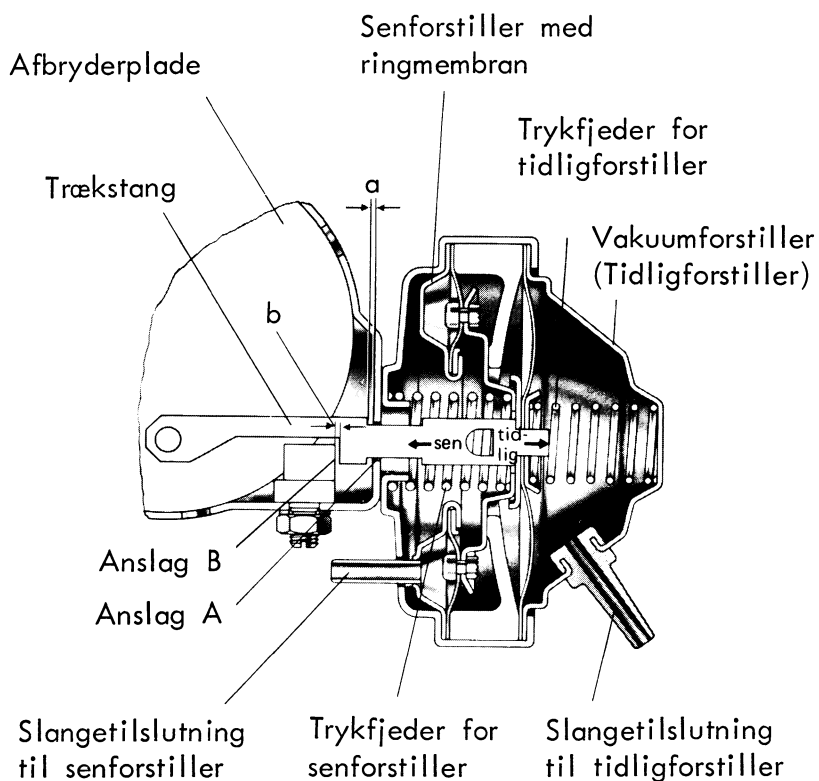
Det betyder bedre forbrænding og dermed mindre forurening.

Sen forstilling af
tændingstidspunkt

For at opnå senere tændingstidspunkt ved tomgang og påløb er der på strømfordeleren til nogle tændingsanlæg monteret en ekstra vakuumregulator, senforstiller, der regulerer til sen tænding ved tomgang og påløb.

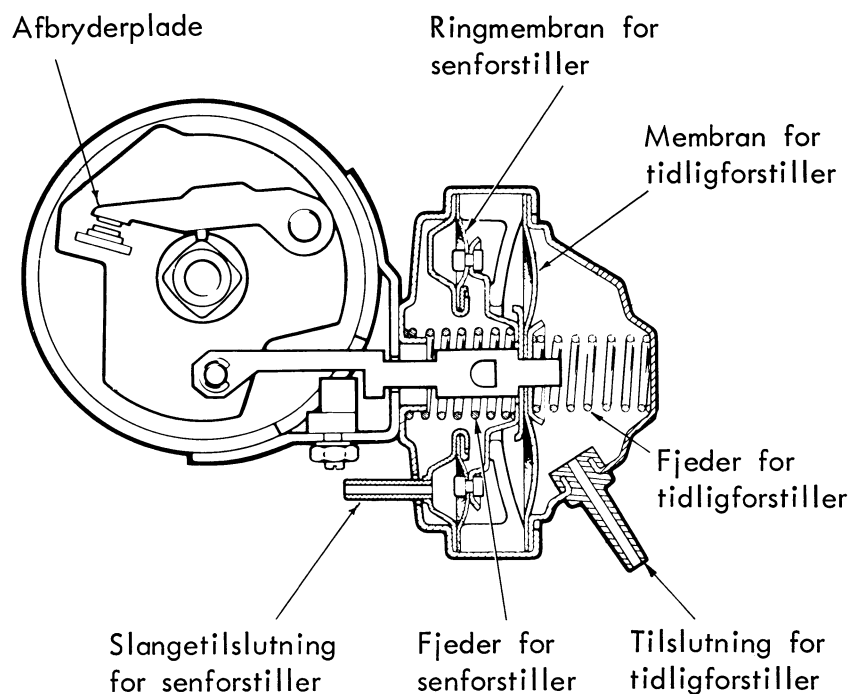
Denne forstiller kan være sammenbygget med vakuumregulatoren for tidlig tænding, tidligforstilleren, eller være monteret som en ekstra forstiller.

Kombineret tidlig- og senforstiller



Kombineret tidlig-
og senforstillere
Opbygning

Senforstilleren er tilsluttet indsugningsmanifolden mellem gasspjældet og motoren, hvor undertrykket er størst ved tomgang og påløb. Senforstilleren virker som nulanslag for tidligforstilleren.

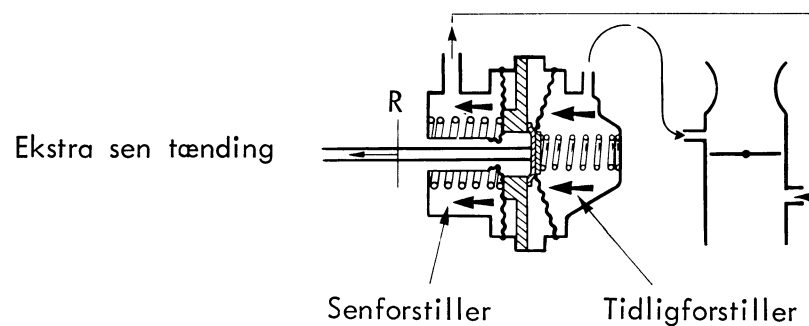
Kombineret tidlig-
og senforstillere
FunktionTomgang og påløb

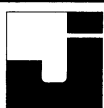
Ved tomgang og påløb, hvor gasspjældet er lukket, er der ingen vakuum til tidligforstilleren.

Der er derimod et højt vakuum til senforstilleren, og nulanslaget bevæges på sen tænding.

Tændingstidspunktet bliver herved ekstra sent.

Nulanslag



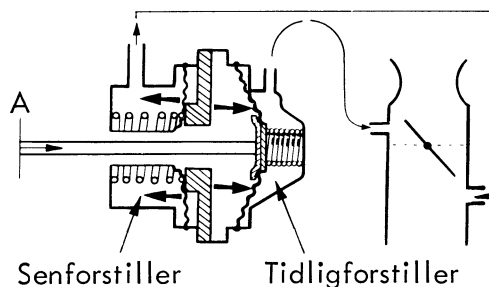


Let belastning

Ved kørsel med let belastning og kun lidt åbent gasspjæld er der et stort vakuum til tidligforstilleren, og tændingstidspunktet reguleres af denne til tidlig tænding.

Undertrykket til senforstilleren har ingen betydning for tændingstidspunktet.

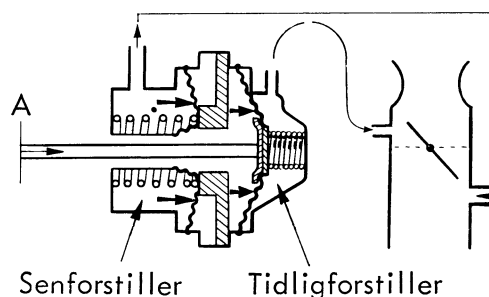
Tidlig tænding



Delbelastning

Ved kørsel med delbelastning og større åbning af gasspjældet formindskes vakuummet til både tidlig- og senforstilleren.

Fjederpændingen i sen- og tidligforstillerne er således afpasset, at senforstilleren går først i neutral stilling.



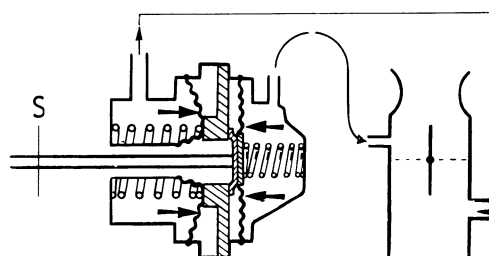
Fuld belastning

Ved kørsel med fuld belastning og fuldt åbent gasspjæld er vakuummet lavt i både sen- og tidligforstillere.

Begge forstillere står i nulstilling, og der er ingen forstilling.

Tændingstidspunktet reguleres udelukkende af centrifugalregulatoren.

Ingen regulering

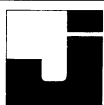


✓

✓

✓

✓

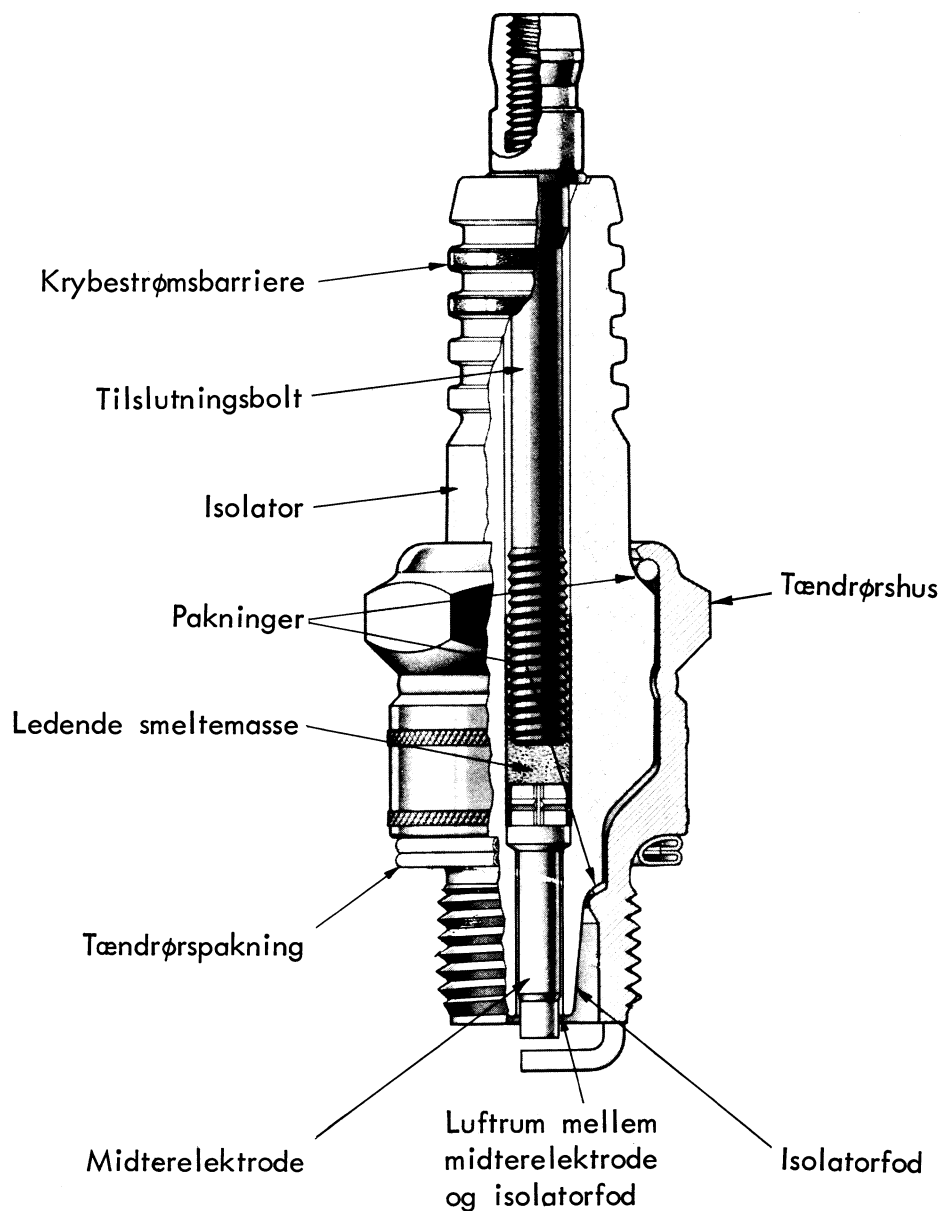


Formål

Tændrørets formål er at omdanne den inducerede spænding fra tændspolen til en gnist mellem tændrørets elektroder.

Gnisten skal være kraftig nok til at starte forbrændingen.

Opbygning



Virkemåde

I det øjeblik, spændingen har nået en tilstrækkelig værdi, springer gnisten i gnistgabets.

Den nødvendige spænding kaldes overslags- eller tændspændingen. Gnisten skal springe mellem elektroderne med en tilstrækkelig energi for, at motoren kan arbejde korrekt uden tændingsudsættelse.

Gnisten må f.eks. ikke ledes til stel på grund af belægning på tændrørets isolatorfod eller af revner i isolatoren.

Blandingen må heller ikke selvantænde på grund af varme dele i forbrændingsrummet, f.eks. et overophedet tændrør.

Tændrørs-temperatur

Temperaturen på tændrørets varmeste del isolatorfoden skal holdes inden for en bestemt temperatur.

Temperaturen må ikke være lavere end ca. 500°C og ikke højere end ca. 850° til 900°C.

Den lave temperatur kaldes selvrenselsestemperaturen og den høje glødetændingstemperaturen.

Selvrenselsestemperaturen

Minimumstemperaturen på ca. 500°C er nødvendig for, at de forbrændingsrester, der vil sætte sig på isolatoren, kan brænde bort, således at tændrøret kan blive selvrensende.

Glødetændingstemperatur

Ved temperaturer på over 850° til 900°C er tændrøret så varmt, at det antænder gasblandingen, inden gnisten springer, og det giver således anledning til glødetænding.

Valg af tændrør

Tændrørets konstruktion og egenskaber skal være tilpasset den enkelte motor.

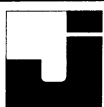
Tændrør findes i forskellige fabrikater, og de enkelte fabrikater fremstiller forskellige typer, som passer til de enkelte motorer.

I enkelte tilfælde yder motorfabrikanten kun garanti på motoren, hvis der er anvendt et ganske bestemt fabrikat tændrør.

Ved valg af tændrør følges fabrikkens forskrifter eller eventuelt tændrørsfabrikkernes tændrørstabeller.

Forskellen i et tændrørs konstruktion ligger blandt andet i:

1. Gevindiameter og -længde
2. Elektrodeudformning
3. Glødetal, koldt og varmt tændrør

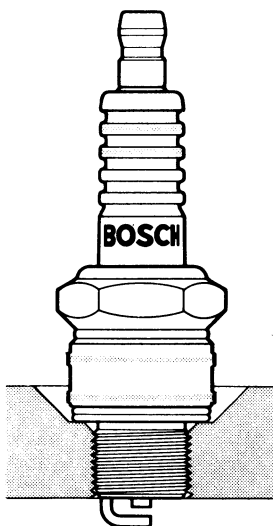


Tændrørsgevind

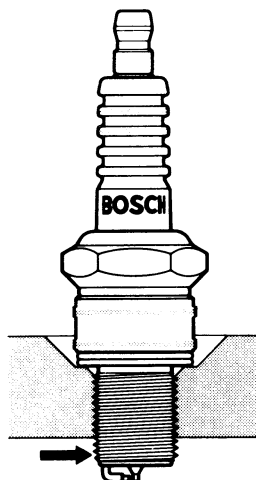
Der findes tændrør med 10, 12, 14 og 18 mm gevind. Gevindene findes ligeledes i forskellige længder.

Det er vigtigt, at tændrøret har rigtig længde i forhold til motoren, idet for langt og for kort gevind bevirker forkert placering af gnistgabet i forbrændingsrummet og dermed fare for glødetænding samt ødelæggelse af topstykkets gevind.

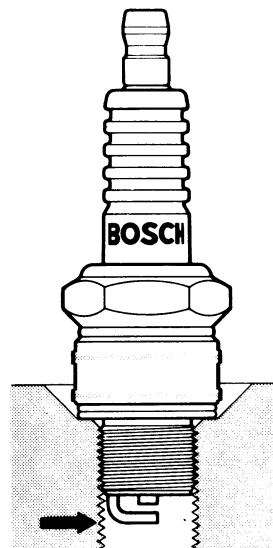
En pakning. Rigtigt monteret tændrør.



Tændrør med langt gevind i topstykke med kort gevind. Overophedning af sideelektrode, vanskelig afmontering.



Tændrør med kort gevind i et topstykke med langt gevind. Fare for udsættelse. Senere monteringsvanskeligheder.



Ved nogle motorer anvendes tændrør uden pakning. Disse tændrør har et kegleformet sæde, der pakker direkte mod topstykkets modsvarende flade.

Kegleformet sæde



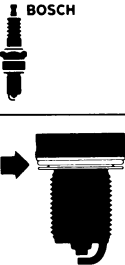
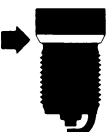
Montering af tændrør

Tændrør bør spændes med en momentnøgle. Spændes der for hårdt, kan tændrørsgevindet blive revet, ydermere kan isolatoren gå løs, hvorefter tændrøret bliver utæt.

Spændes tændrøret ikke med tilstrækkelig moment, bliver tændrøret for varmt, og der opstår også fare for, at gevindet ødelægges.

Til monteringen bør der anvendes en passende topnøgle.

Følgende tilspændingsmomenter er vejledende:

		I stål (Nm')	I letmetal (Nm')
	M 10×1	10 ... 15	10 ... 15
	M 12×1,25	15 ... 25	
	M 14×1,25	20 ... 40	20 ... 30
	M 18×1,5	30 ... 45	20 ... 35
	M 14×1,25	15 ... 25	10 ... 20
	M 18×1,5	20 ... 30	15 ... 23

Hvis motorfabrikanten opgiver andre tilspændingsværdier, skal disse følges.

Tændrørstyper Elektrodeform

En god motorgang uden udsættelse kræver, at benzin/luftblandingen let kan komme i kontakt med tændrørsgnisten. Der anvendes derfor tændrør med forskellige elektrodeformer.

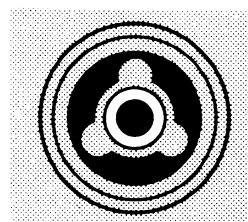
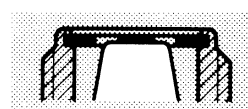
Gniststrækning

Ved en gniststrækning forstås rummet mellem to elektroder, i hvilket gnisten springer. Ligger elektroderne frit, tales om luftgniststrækning. Ved glidegniststrækning ligger isolatoren mellem elektroderne, og gnisten glider hen over denne.

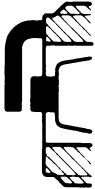
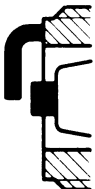
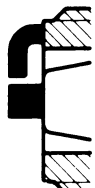




Tændrør med
luftgniststrækning



Tændrør med
glidegniststrækning



Eksempler på de mest anvendte elektrodeformer.

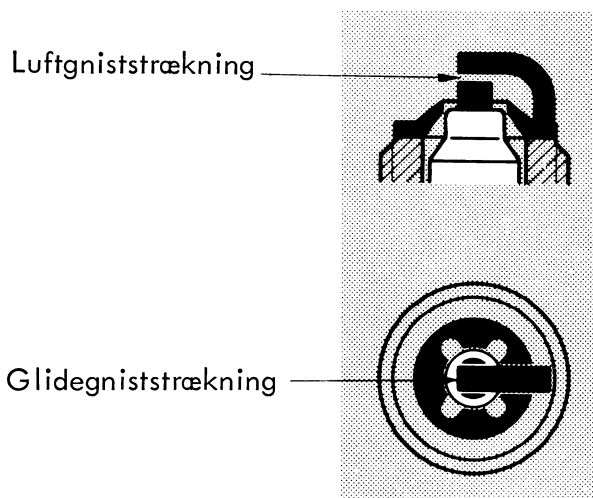
Luftgnist-strækninger	Tagelektrode fuldt overdækket	Tagelektrode halvt overdækket	Stelektrode	Ringstelektrode	Tilbagetrukket gniststrækning		Platin-stel-elektrode
							
Blandingstil-gængelighed	Normal	God	God	Normal			Meget god
Spændingsbehov	Lavt	Lavt	Normalt	Normalt			Lavt
Afbrændings-reserve	Stor	Normal	Stor	Stor	Ingen	Normal	Stor
Justerings-muligheder	Gode	Gode	Vanskelige	Ingen	Ingen	Muligt	Vanskelige
Tændegenskaber ved tomgang	Ikke altid gunstige	Gunstige	Gode	Gode			Gode
Bemærkninger	Mulighed for brodannelse mellem elektroderne ved to-taktsmotor.			Særligt velegnet til to-taktsmotorer	Kun til racemotorer		Uimodtagelige for kemiske påvirkninger

Ved at forsyne tændrøret med både luft- og glidegniststrækning opnås sikker antændelse af blandingen ved tomgang, ved langsom kørsel og under belastning.

Under start springer gnisten i luftgniststrækningen, da glidegniststrækningen leder dårligt, når tændrøret er koldt.

Ved tomgang og langsom kørsel vil gnisten springe i glidegniststrækningen på grund af den ledende belægning på isolatoren. Gnisten holder herved isolatorspidsen ren for sod.

Ved stigende hastighed og belastning vil gnisten igen springe i luftgniststrækningen.



Varme og kolde
tændrør

Tændrørene skal være tilpasset de enkelte motorer, så selvrenselsestemperaturen opnås, og glødetændingstemperaturen ikke overskrides.

En motor med højt kompressionsforhold og stor varmeudvikling kræver et koldt tændrør.

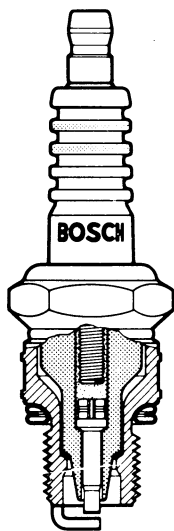
En motor med lavt kompressionsforhold og lille varmeudvikling kræver et varmt tændrør.

Et koldt tændrør har en kort isolatorfod, hvilket bevirker, at:

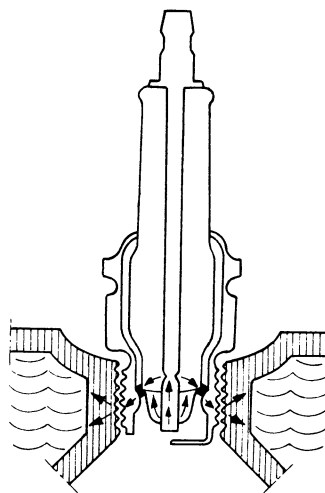
1. En lille del af isolatoren optager varme.
2. Isolatorfoden let afkøles på grund af varmens korte vej til kølevandet.
3. Tændrøret har lille tendens til glødetænding, men stor tendens til tilsodning.



Koldt tændrør



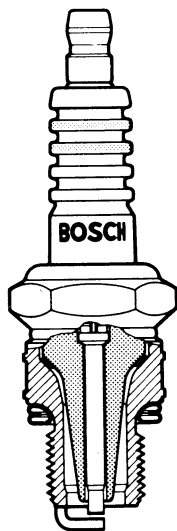
Kort vej til kølevand



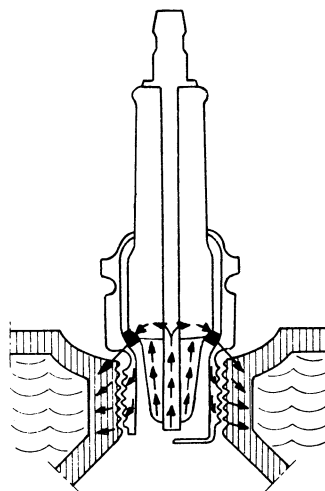
Et varmt tændrør har en lang isolatorfod, hvilket bevirker, at:

1. En stor del af isolatoren optager varme.
2. Isolatorfoden vanskeligt afkøles på grund af varmens lange vej til kølevandet.
3. Tændrøret har lille tendens til tilsodning, men stor tendens til glødetænding.

Varmt tændrør



Lang vej til kølevand



Ved valg af tændrør til en motor anvendes en tændrørs-tabel, der angiver, hvilken betegnelse det rette tændrør skal have.

Betegnelsen, der angiver, om et tændrør er koldt eller varmt, varierer fra fabrikat til fabrikat.

I de fleste tændrørstabeller findes omsætningstabeller til andre fabrikater.

Normalt skal der anvendes den tændrørstype, der er foreskrevet i reparationshåndbogen eller i tændrørstabellen.

Hyppig tilsodning af tændrøret kan skyldes, at bilen hovedsageligt anvendes til bykørsel med korte ture.

For at forhindre tilsodning kan der anvendes et tændrør, der er et nummer varmere end foreskrevet.

Glødetænding på grund af overophedet tændrør kan forekomme ved kørsel med topbelastning.

For at forhindre glødetænding kan der anvendes et tændrør, der er et nummer koldere end foreskrevet.

Kontrol af tændrør

En kontrol af tændrør omfatter normalt:

1. Undersøgelse af tændrør.
2. Rensning af tændrør.
3. Justering af elektrodeafstand.
4. Afprøvning af tændrør.

Undersøgelse af tændrør

Tændrørene afmonteres, og de enkelte tændrørs tilstand iagttages.

Et korrekt virkende tændrør skal være tørt og have et normalt lysebrunt "tændrørsansigt".

Normal

Isolatorfod er farvet grågul til brun. Motor er i orden. Glødetal er rigtigt valgt.





Er tændrøret fugtigt, og har "tændrørsansigtet" unormalt udseende, kan det skyldes:

1. Forkert tændrørstype, kontrolleres ved hjælp af en tændrørstabel eller værkstedshåndbogen.
2. Utætte stempelringe, kontrolleres ved en kompressionsprøve eller en utæthedsmåling.
3. Defekt tænding, gnistlængden til tændrøret kontrolleres med motoren i gang.
4. Opslidte eller defekte tændrør, se efter revner i isolator og efter afbrændte elektroder, afprøv i tvivlstilfælde tændrøret i en tændrørsprøver.

Tilsødet

Isolatorfod, elektroder og tændrørshus er dækket af et matsort, fløjlsagtigt sodlag.

Årsag:

Forkert benzin/luftblanding (karburator, indsprøjtningssystem). Blanding for fed, luftfilter tilstoppet. Chokeren holdes for længe i udtrukket stand. Overvejende bykørsel. Glødetallet kan under de givne kørselsforhold være for højt.

Resultat:

Tændingsudsættelse, dårlig koldstart.

Afhjælpning:

Karburator og startautomatik efterjusteres. Luftfilter renses. Såfremt disse forholdsregler ikke hjælper, bør tændrør med nærmeste, lavere glødetal anvendes.





Smeltet midterelektrode

Midterelektrode smeltet. Blæreattig, svampet isolatorfod.

Årsag:

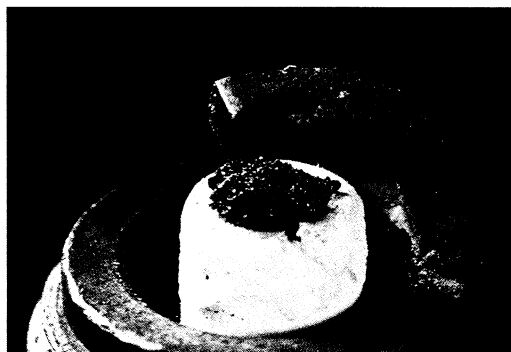
Termisk overbelastning på grund af glødetænding forårsaget f.eks. af for tidlig tænding, forbrændingsrester i forbrændingsrummet, defekte ventiler eller defekt strømfordeler. Dårlig benzinkvalitet, eventuelt tændrør med for lavt glødetal.

Resultat:

Tændingsudsættelse, motorydelse nedsat. Fare for motorskader.

Afhjælpning:

Motor, tænding og karburering kontrolleres. Nye tændrør med rigtigt glødetal.



Olieret

Isolatorfod, elektroder og tændrørshus er dækket af et olieglinsende sodlag eller koks-dannelser.

Årsag:

For megen olie i forbrændingsrummet. Stærkt slidte stempele, cylindre og ventilstyr.

Resultat:

Tændingsudsættelse, dårlig start.

Afhjælpning:

Efterse motoren. Nye tændrør.





Stærk elektrode- afbrænding

Årsag:

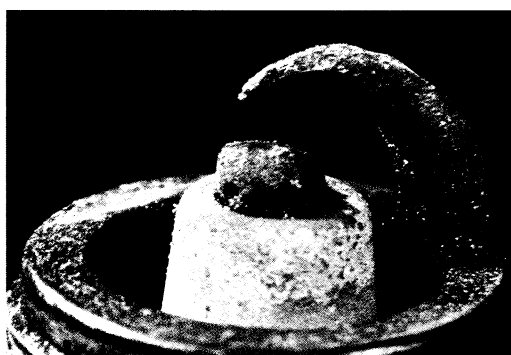
Naturligt slid. Tændrørene er ikke skiftet med normalt interval.

Resultat:

Tændingsudsættene især ved acceleration. Tændspændingen er på grund af for stor elektrodeafstand ikke mere tilstrækkelig høj. Dårlige startforhold.

Afhjælpning:

Nye tændrør.



Stærk blybelægning

Isolatorfoden udviser en stedvis, brungul belægning, som kan gå over i det grønne.

Årsag:

Blyholdig benzin. Belægningen opstår ved kraftig belastning af motoren under længere tids dellast.

Resultat:

Ved øget motorbelastning bliver belægningen elektrisk ledende og forårsager tændingsudsættene.

Afhjælpning:

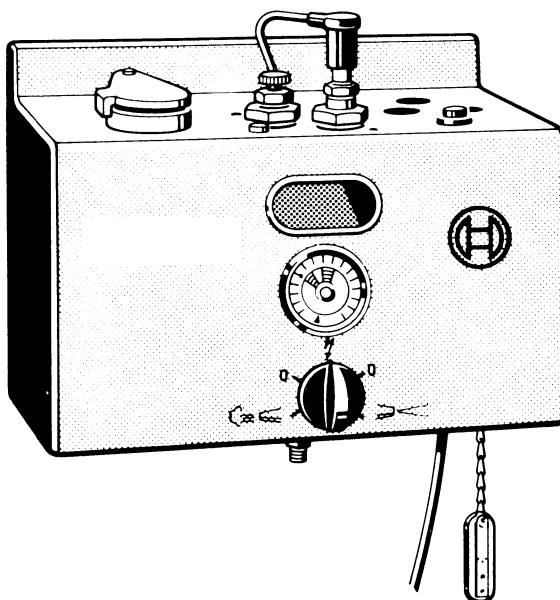
Nye tændrør. Rensning af de gamle er formålsløs.





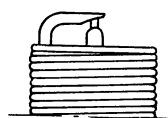
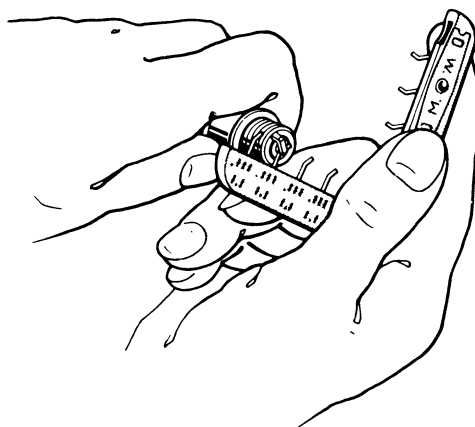
Rensning af
tændrør

Rensningen foregår normalt ved at sandblæse tændrørene
og rense omhyggeligt efter med trykluft.



Justering af
elektrodeafstand

Kontrollen af elektrodeafstanden skal altid ske med en
trådsøger, bladsøger må ikke benyttes, da det giver en
forkert elektrodeafstand.



Korrekt justeret elektrodeafstand har betydning for moto-
rens gang og ydeevne.



For lille elektrodeafstand

For lille elektrodeafstand bevirker, at en mindre del af gasblandingen udsættes for gnisten, og derfor en dårlig eller slet ingen antændelse af denne.

For lille elektrodeafstand vil især gøre sig bemærket ved tomgang. Det skyldes, at blandingen er vanskeligere at antænde på grund af den lille fyldning.

For stor elektrodeafstand

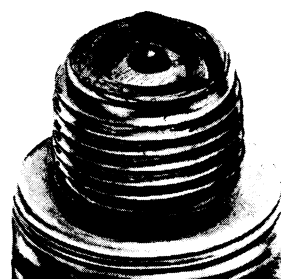
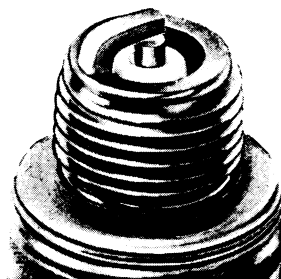
For stor elektrodeafstand kræver for stor tændspænding. Under tomgang og ved kørsel med delvis lukket gasspjæld arbejder motoren kun med et forholdsvis lille kompressionstryk. For stor elektrodeafstand vil derfor ikke i almindelighed skade tomgang, men give udsættere, når kompressionstrykket forøges under belastning og ved accelerationer.

Ud over elektrodeafstanden har f.eks. elektrodernes form også betydning for tændspændingens størrelse.

Runde elektroder kræver højere tændspænding end skarp-kantede.

Nye og gamle tændrør

Gamle tændrør kræver ca. 30% højere tændspænding end nye på grund af deres runde elektroder.





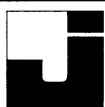
Afprøvning af tændrør

Kontrol af tændrør kan foretages med en tændrørstester.

Tændrøret skrues i trykkammeret, og højspændingsledningen tilsluttes.

Små revner i isolatorfoden konstateres ved at iagttage, hvor gnisten springer i tændrøret, gennem ruden i trykkammeret.



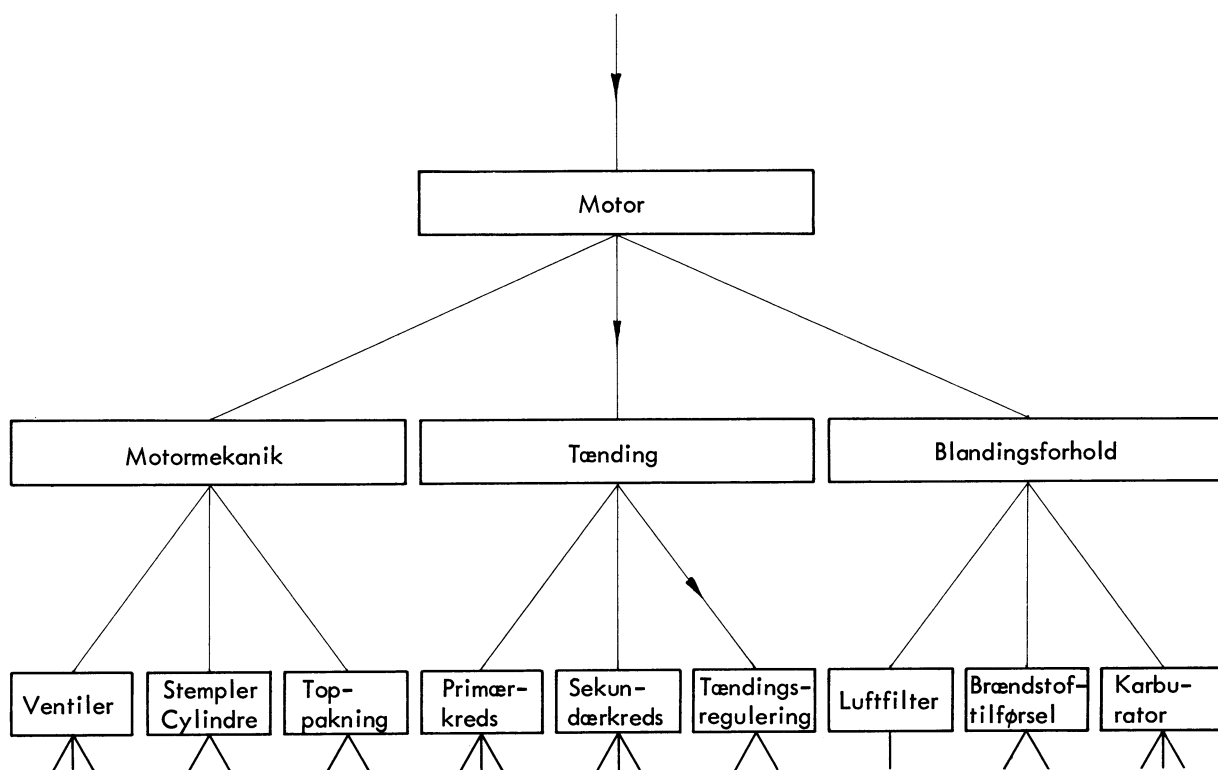


Fejlfinding

Ved fejlfinding bør det først afgøres, om der overhovedet foreligger en fejl og først derefter lokaliseres eventuelle fejl. Fejlfindingen bør endvidere foretages på kortest mulige tid og med mindst muligt udstyr.

For at sikre dette bør udmålingerne systematiseres og rangordnes.

Eksempel på fejlfindingsskema



Fremgangsmåden kan være:

1. Afgørelse af, om der foreligger en fejl ved motoren.
2. Lokalisering af fejlen til et bestemt system.
3. Lokalisering af fejlen til en bestemt komponent.
4. Lokalisering af fejlen til en bestemt detalje ved komponenten.

Fejlfindingen skal være systematisk og hele tiden bygge på, hvad man ved. Den første viden får man normalt fra kunden og en eventuel prøvekørsel.

De næste oplysninger fås gennem de målinger, der foretages.

Fremgangsmåden under fejlfindingen fastlægges, medens fejlfindingen skrider frem, idet man hele tiden gør op, hvad man ved efter hver ny måling og kontrol, inden den næste kontrol bestemmes.

Krav til motor

For at en motor kan erklæres i orden, skal bl.a. følgende krav være opfyldt:

1. Motoren skal starte let under alle forhold.
2. Motoren skal gå jævnt uden udsættelse og uden unormale lyde ved alle omdrejningstal.
3. Motoren skal yde fuld trækraft.
4. Motoren må ikke have et unormalt brændstofforbrug.
5. Motoren må ikke forurene unødigt, og udstødningssystemet skal være i orden.
6. Motoren skal have normalt smøretryk. Der må ikke forekomme unormalt olieforbrug eller oliespild.
7. Motoren skal hurtigt opnå arbejdstemperatur, og der må ikke forekomme vandspild.

En kontrol af ovennævnte punkter afslører motorens øjeblikkelige tilstand.

Kontrollen giver derimod ingen sikkerhed for, hvor længe motoren kan køre uden driftforstyrrelser.

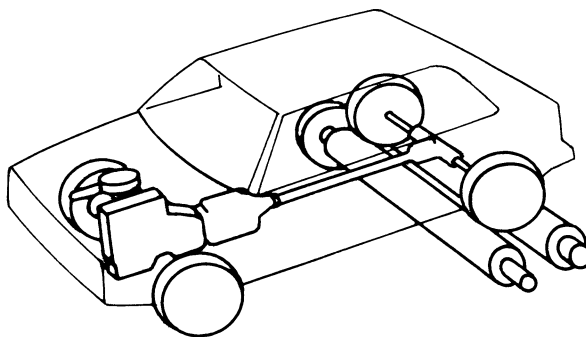
Skal mekanikeren sikre, at motoren kan køre uden driftforstyrrelser, f.eks. 10 000 km, er det nødvendigt at foretage et specielt eftersyn, hvor motorens vitale dele undersøges og om nødvendigt udskiftes.

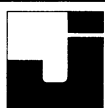
Kontrol af motor

En kontrol af motoren kan omfatte prøvekørsel på landevej eller måling af trækraft på et chassisdynamometer.

Ved motorfejlfinding skal der altid tages hensyn til, at fejlen kan skyldes fejl ved motor, tændingsanlæg og brændstofanlæg.

Kompressionsrummets tæthed, smøresystem og kølesystem kontrolleres.





Fejl i primær-
kredsløb

Primærkredsløbet er grundlaget for tændingsanlæggets funktion.

Følgende fejl kan forekomme:

1. Spændingstab.
2. Overgang til stel.
3. Forkert kamvinkel eller kamvinkelændring.
4. Defekt tændspole.
5. Defekt kondensator.

Spændingstab i
primærkreds

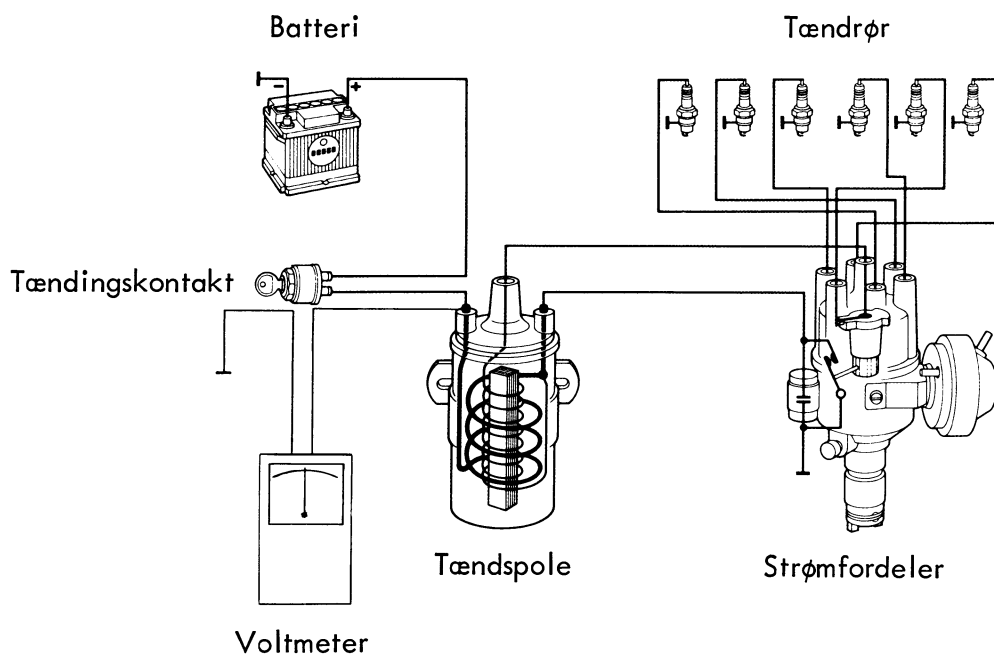
Spændingstab før tændspolen

Spændingen til tændspolen kan kontrolleres ved at måle spændingen på tændspolens tilgangsklemme med et volt-meter, medens kontaktsættet er lukket.

For lav spænding skyldes spændingstab i primærkredsløbet til tændspolen, eventuelt defekt formodstand.

Minimumspændingen er opgivet i data og er afhængig af, om anlægget er forsynet med en formodstand eller ej.

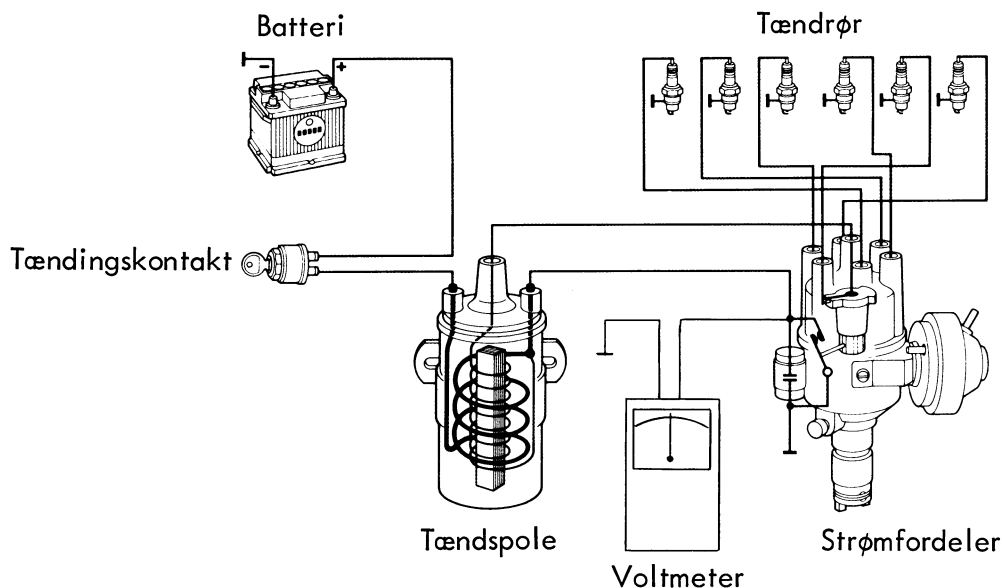
Ved tændspoler med formodstand bør spændingen til tændspolen også kontrolleres, medens starteren arbejder.



Spændingstab efter tændspolen

Spændingstab over strømfordelerkontakterne måles med et voltmeter eller en kamvinkelmåler med måleområde for dette.

Kontakterne skal være lukkede under målingen.



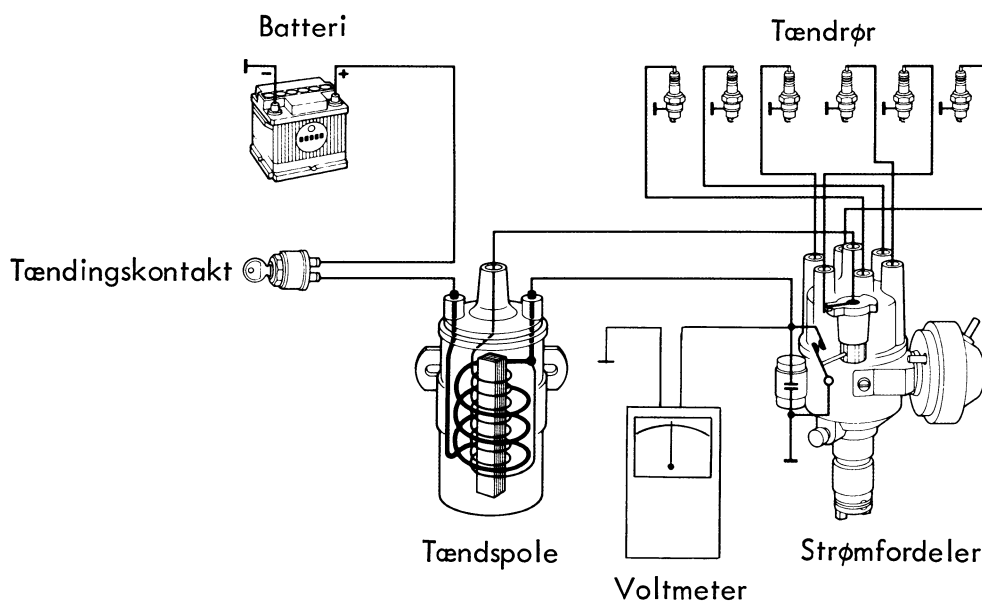
Overgang til stel
i primærkreds

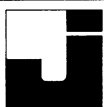
Overgang til stel kan forekomme både før og efter tændspolen. Overgang til stel efter tændspolen er mest almindelig. Det vil hindre strømfordelerkontakterne i at afbryde primærstrømmen.

Kontrol kan foretages ved at måle spændingen ved strømfordeleren med åbne kontakter.

Voltmetret skal ca. vise akkumulatorspændingen. Lav eller manglende spænding indikerer overgang til stel.

Overgangen vil oftest forekomme enten ved selve kontaktsættet eller ved strømfordelerens indføring.





Udskiftning af kontaktsæt

Snavsede og stærkt oxyderede kontakter bør skiftes. Kontakterne må ikke slibes eller files.

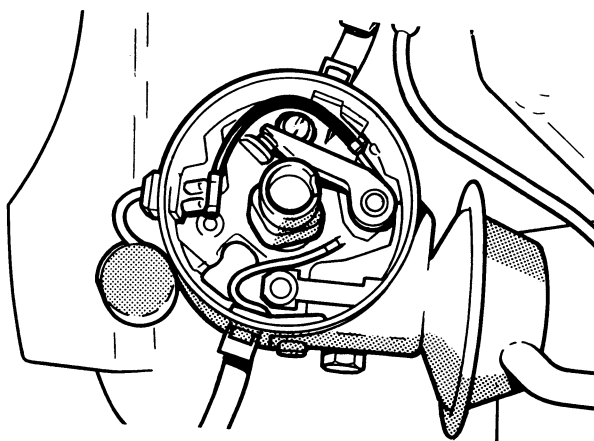
Fedt på kontakterne giver anledning til unormal hurtig afbrænding, og de må derfor under indbygningen ikke berøres med snavsede fingre. Kontakteme bør renses forsigtigt med ren benzin inden montagen.

Kontakternes levetid er ca. 20 000 km. Har man indtryk af betydelig større kontaktslid, kan det skyldes, at kondensatoren er defekt, eller at kapaciteten er forkert.

Fordelerkontakterne kan også være forkert indstillet. Kontakterne kan have den forkerte afstand og stilling i forhold til hinanden.

Efter enhver udskiftning af kontaktsættet skal kamvinklen justeres. Efter justering af kamvinklen skal tændingstidspunktet justeres.

Strømfordelerknast og fiberklods skal smøres med specialfedt ved udskiftningen af kontakterne.





Justering af kamvinkel

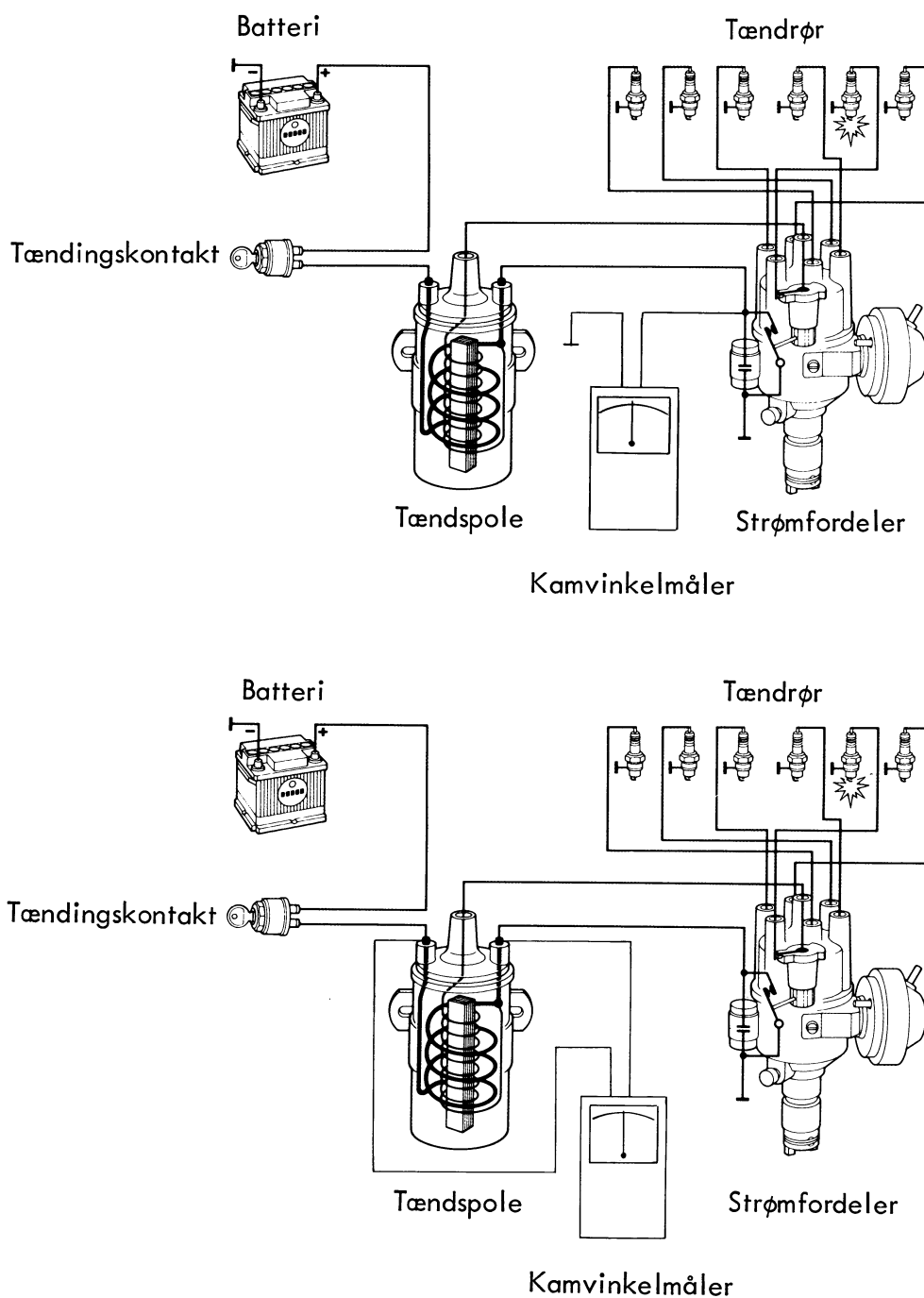
Kamvinklen måles og justeres ved hjælp af en kamvinkel-måler. Justeringen foretages ofte ved starterhastighed og kontrolleres med startet motor.

En ændring af kamvinklen under drift på grund af, f.eks. slør i strømfordeleren, ændrer tændingstidspunktet.

Kamvinkelændringen skal derfor være så lille som mulig.

Kamvinkelændringen kontrolleres ved at måle kamvinklen i tomgang og ved 2500 omdrejninger per minut.

Kamvinkelmålere tilsluttes normalt enten over strømfor-delerkontakterne eller over tændspolen.



Fejl ved tændspole

Tændspolen indgår både i primær- og sekundærkredsløbet.

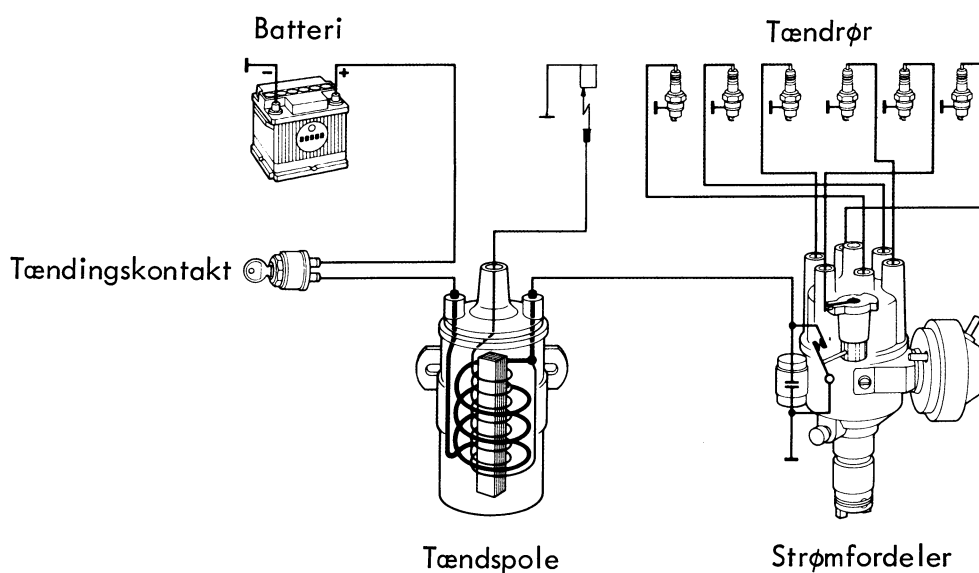
De hyppigst forekomne fejl på tændspolen er afbrudte eller kortsluttede viklinger og dårlig isolation.

Tændspolen kan kontrolleres på flere måder:

1. Vurdering af gnistlængden fra tændspolen.
2. Måling med ohmmeter.
3. Måling med specielt tændspoleprøver.

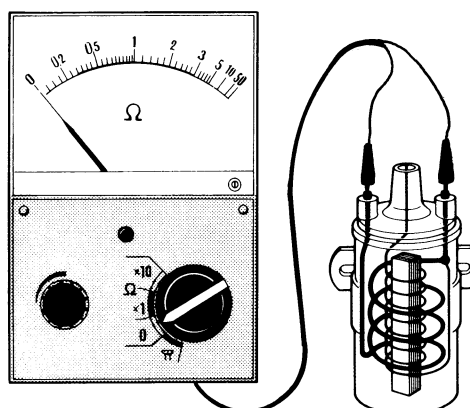
Højspændingsledningen fjernes fra strømfordelerdækslet og holdes 8 til 10 mm fra stel.

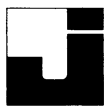
Motoren tørnes med starteren, og tændspolen skal kunne sende en varm blå gnist over det dannede gnistgab.



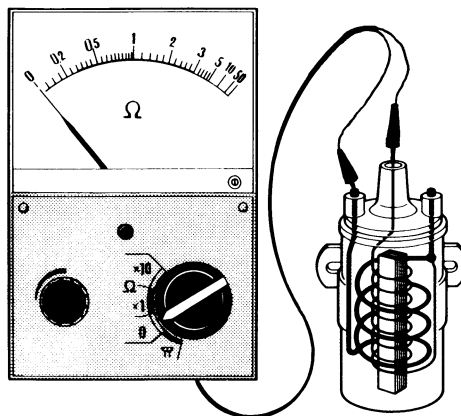
Måling med ohmmeter

Primærspolen kontrolleres med et ohmmeter, der tilsluttes tændspolens primærtilslutninger. Ved at sammenligne den målte ohmværdi med de opgivne værdier kan afbrudte og kortsluttede primærviklinger konstateres.





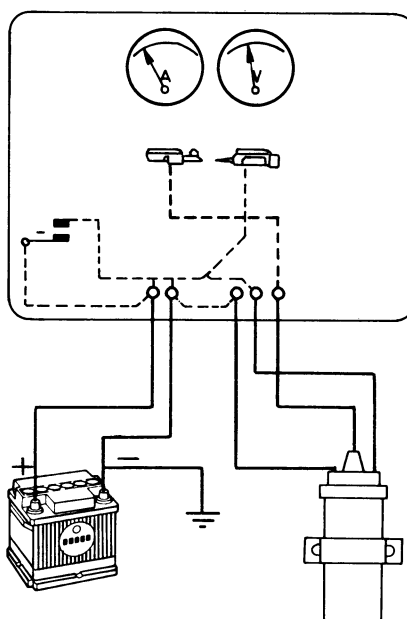
Sekundærspolen kan kontrolleres for afbrudte viklinger ved at måle modstanden.



Tændspoleprøvere

Afprøvning af tændspoler er meget forskellig og afhængig af de enkelte tændspoleprøveres fabrikat.

Den mest simple form for tændspoleprøvere består kun af et gnistgab og et sæt kontakter, der slutter og afbryder strømmen gennem primærviklingen.





Kondensatorens betydning

Kondensatoren har stor betydning for tændingsanlæggets funktion, herunder tændenergiens størrelse samt strømfordelerkontakternes levetid.

For at kondensatoren kan fungere tilfredsstillende i tændingsanlægget, skal den have:

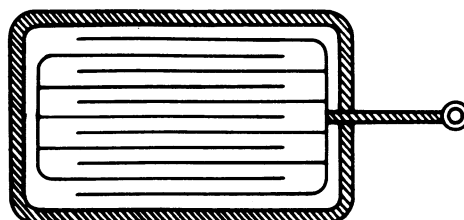
1. Lille seriemodstand.
2. God isolering mellem pladerne.
3. Den rette kapacitet.

Kondensatorens seriemodstand

Seriemodstanden er den indvendige modstand i kondensatoren i forbindelsen mellem ledning og tinfole og mellem tinfole og hylster.

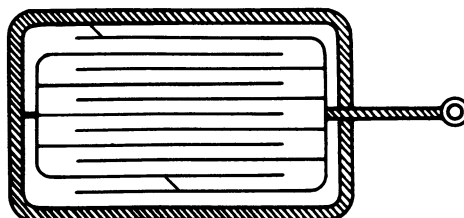
For stor seriemodstand bevirker, at kondensatoren ikke kan optage den rigtige ladning. Dette forårsager gnistdannelse ved strømfordelerkontakterne, hurtig afbrænding af disse og mindre ydelse i sekundærviklingen.

En dårlig forbindelse mellem det primære kredsløb og kondensator eller mellem kondensator og stel vil have samme virkning som en indvendig seriemodstand.



Kondensatorens lækstrøm

Kondensatoren kan ikke oplades, hvis isolationen mellem dens plader ikke er effektiv. En del af strømmen vil da søge at gå lige gennem den. Det kaldes lækstrømmen.



En fuldstændig kortslutning mellem pladerne bevirker, at primærstrømmen ikke kan afbrydes, og der skabes derfor ingen gnist ved tændrørene.



Kondensatorens kapacitet

Ved en kondensators kapacitet forstås den strømmængde, kondensatoren kan rumme.

Kapacitet måles i farad. Denne er en meget stor enhed og derfor benyttes mikrofarad i autobranschen.

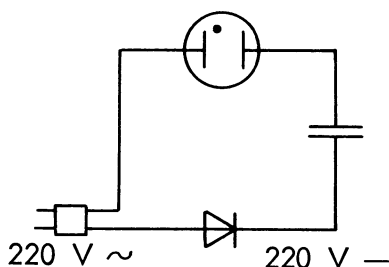
1 mikrofarad = 0,000 001 farad.

Mikrofarad skrives μF .

Kondensatoren skal have den rigtige kapacitet for at undgå for store gnistdannelser ved strømfordelerkontakterne. Det vil sige, at den lige netop skal kunne rumme det strømstød, der forårsages af selvinduktionsspændingen ved strømfordelerkontakternes åbning.

Kontrol af kondensator med glimlampe

Kondensatoren kan kontrolleres ved at forbinde en 220 V glimlampe til den. Glimlampen skal tænde ganske kort og derefter slukkes helt.



Tiden, hvori glimlampen lyser, indikerer kondensatorens opladningstid. En for lang opladningstid skyldes en for stor seriemodstand.

Lyser glimlampen konstant, er kondensatoren kortslettet.

Målingens værdi beror delvis på erfaring og giver intet mål for kondensatorens kapacitet.



Kontrol af
kondensator med
kondensatorprøver

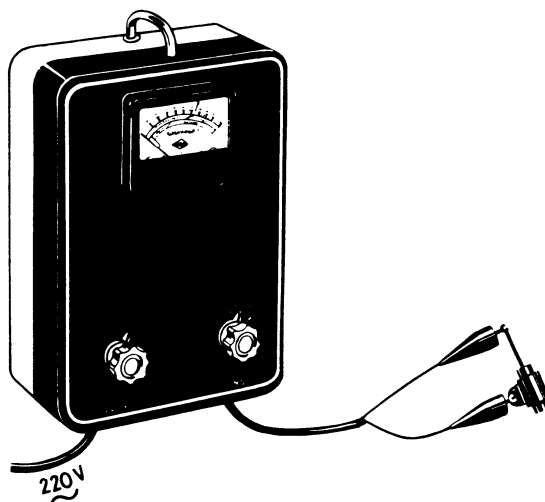
Ved hjælp af en kondensatorprøver kan man kontrollere:

1. Kondensatorens seriemodstand.
2. Kondensatorens lækstrøm.
3. Kondensatorens kapacitet.

De tre prøver kan udføres såvel på en aftaget som på en monteret kondensator.

Afmonteret kondensator

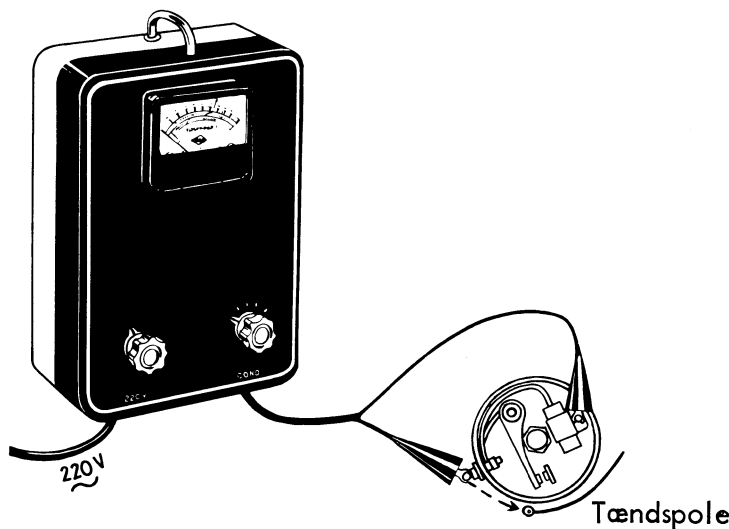
For at kondensatoren kan anvendes i tændingsanlægget skal de tre måleresultater ligge inden for de angivne værdier.



Monteret kondensator

Strømfordelerkontakterne skal isoleres fra hinanden, og ledningen fra tændspolen afmonteres for ikke at skabe et "kunstigt" kredsløb.

Viser målingerne, at kondensatoren er defekt, skal den aftages og afprøves på ny, før den eventuelt kasseres.



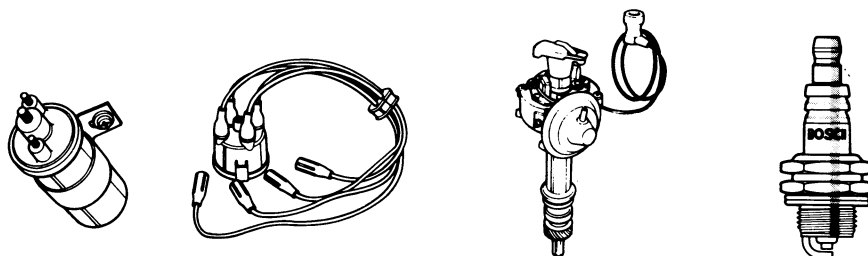


Dårlig isolation
i sekundærkreds

De mest forekommende fejl i tændingsanlæggets sekundærkredsløb er defekt isolation og for stor modstand.

I sekundærkredsløbet forekommer meget høje spændinger, og der kræves derfor en god isolation.

Dårlig isolation kan forekomme ved tændspolen, højspændingskabler, strømfordelerdæksel, rotor og tændrør.



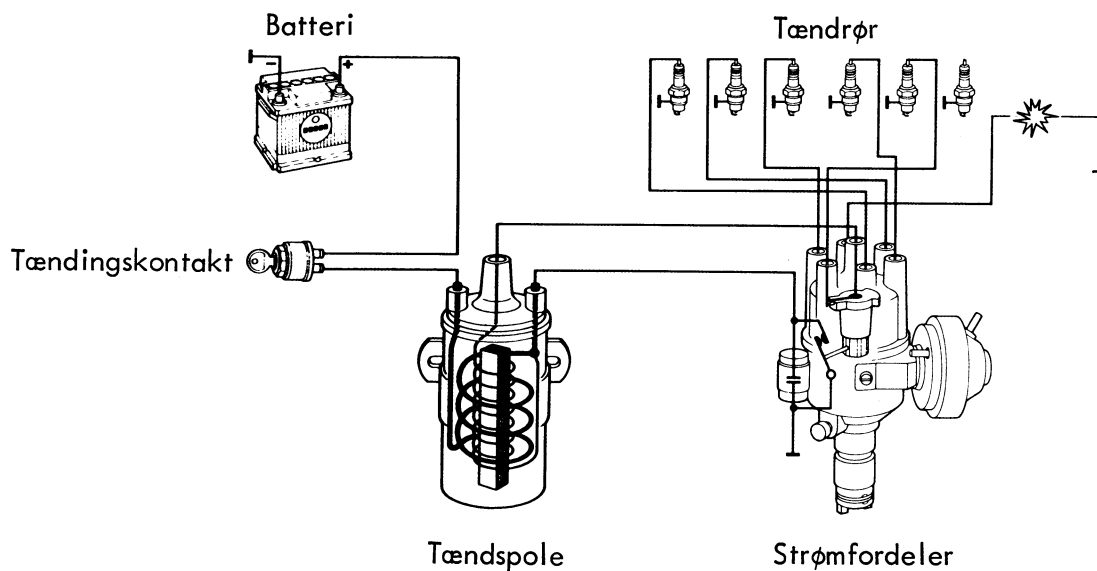
Højspændingskablerne beskadiges ofte af snavs, olie og vand, som danner et ledende lag, der bevirker overslag og krybestrøm.

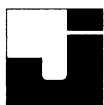
Højspændingskablerne kan også ødelægges ved at lægge an mod meget varme motordele.

Fugt forekommer ofte på strømfordelerdækslets indvendige side på grund af kondensvand. Fugt udvendig på strømfordelerdæksel, højspændingskabler og tændrørsisolatorer skyldes som regel luftens fugtighed.

For at hindre kondensvand i strømfordelerdækslet kan der eventuelt bores et hul i dette til udluftning.

Isolationsfejl i sekundærkredsen kan kontrolleres ved at afmontere tændrørsledningerne efter tur og se, om der kan springe en gnist til stel på 10 mm fra alle ledninger.





Den lovbefalede radiostøjdæmpning

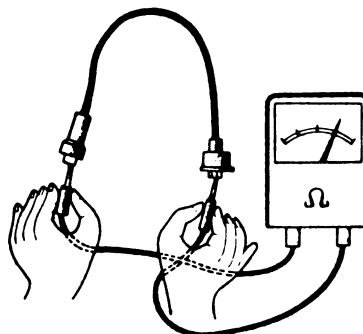
Tændingsanlægget skal være radiostøjdæmpet. Radiostøj-
dæmpningen er ved nye biler typegodkendt.

Den godkendte radiostøjdæmpning fjernstøjdæmper tændings-
anlægget af hensyn til almindelig radio og TV modtagning.

Det er derfor ikke tilladt at fjerne denne støjdæmpning.

Hvis bilen er forsynet med eller der monteres en bilradio,
er det som regel nødvendigt at forsyne bilen med yder-
ligere nærstøjdæmpning.

Radiostøjdæmningsledninger og modstande kan få for stor
modstand. For stor modstand kan give tændingsudsættelse.
Radiostøjdæmningsmodstande kan kontrolleres med et ohm-
meter.



Kontrol af tændingstidspunkt

Ved kontrol af tændingstidspunktet, f.eks. efter udskift-
ning af strømfordelerkontakter og efter montering af strøm-
fordeler, bør følgende fremgangsmåde anvendes:

1. Justering af kamvinkel og kontrol af kamvinkelændring.
2. Indstilling af tændingstidspunkt.
3. Kontrol af tændingsregulering.

Justering af kamvinkel og kontrol af kamvinkelændring

Dette skal altid foretages før justering af tændingstids-
punkt, da enhver ændring af kamvinklen medfører en
ændring af tændingstidspunktet.

Indstilling af tændingstidspunkt

Justering af tændingstidspunkt skal foretages efter motor-
fabrikantens angivelser.

Justeringen foretages normalt enten med stillestående
motor, dvs. statisk eller med motoren kørende med et
bestemt omdrejningstal, dvs. dynamisk.



Statisk justering af tændingstidspunktet

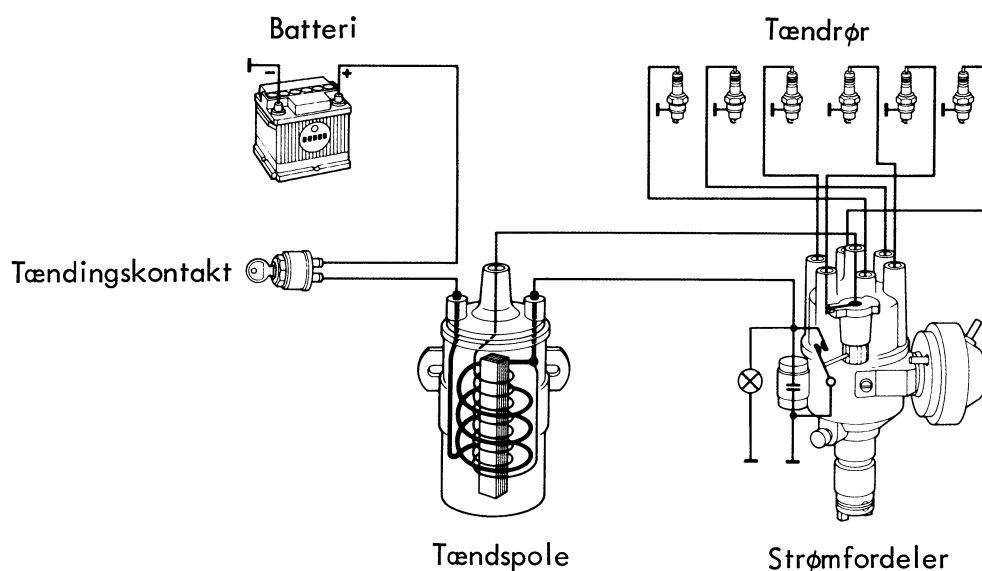
Denne kontrol foretages med en prøvelampe, der tilsluttes tændspolens minusklemme og stel.

Motoren drejes langsomt i omløbsretningen frem mod tændingstidsmærket for cylinder nr. 1.

Når kontaktsættet åbnes, og prøvelampen tændes, skal motoren være drejet til det opgivne tændingstidspunkt.

Er tændingstidspunktet ikke korrekt, drejes strømfordeleren, indtil prøvelampen lige netop lyser, når motoren står på det rigtige tændingstidspunkt. Herefter kontrolleres tændingstidspunktet atter.

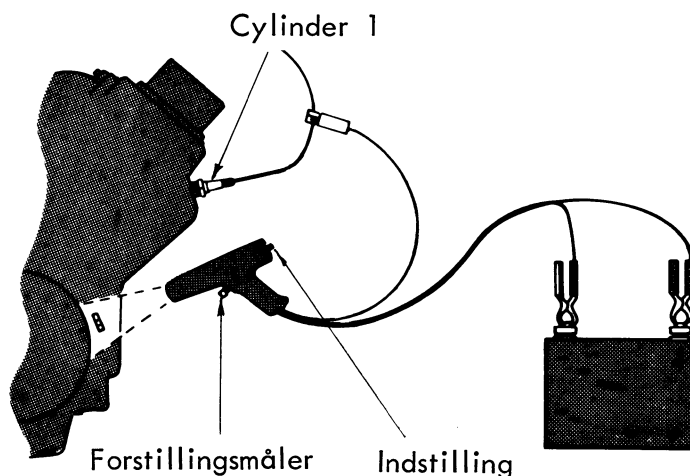
Tilslutning af prøvelampe i tændingsanlægget



Dynamisk kontrol af tændingstidspunktet

Kontrollen foretages med vakuumslangen til en eventuel vakuumregulator afmonteret og med en forstillingsmåler tilsluttet motorens cylinder nr. 1.

Kontrollen foretages ved starteromdrejningstal, dersom der ikke er foreskrevet et højere omdrejningstal af motorfabrikken.





Er tændingstidspunktet ikke korrekt justeret, drejes strømfordeleren, indtil forstillingsmåleren oplyser tændingsmærket i foreskrevet stilling. Forstillingsmåleren skal stå i 0 stilling ved denne kontrol og justering.

Kontrol af tændingsreguleringen

Denne kontrol omfatter:

1. Kontrol af centrifugalreguleringen.
2. Kontrol af vakuumreguleringen.

Kontrol af centrifugalreguleringen

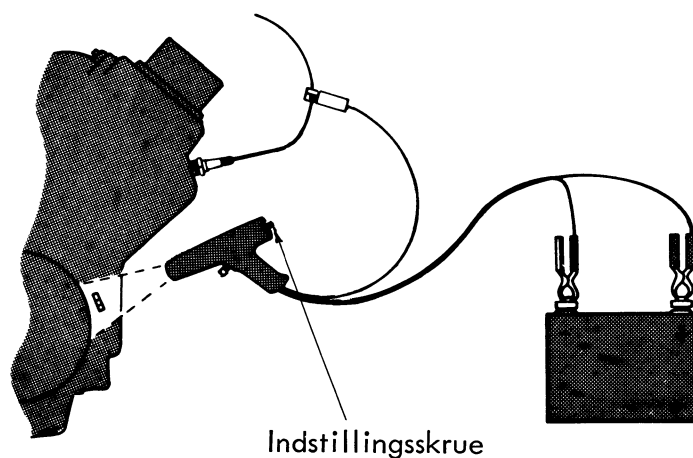
Kontrol af centrifugalreguleringen foretages ved at frakoble vakuumregulatoren og måle forstillingsgraderne ved de opgivne omdrejningstal i data.

Forstillingsgraderne skal reduceres med en eventuel fortænding.

Man skal endvidere være opmærksom på, at fremrykningen kan være opgivet i både krumtapgrader og strømfordelergrader, ligesom omdrejningstallet kan være opgivet i både krumtapomdrejninger og strømfordeleromdrejninger.

To krumtapgrader svarer til en strømfordelergrad.

To krumtapomdrejninger svarer til en strømfordeleromdrejning.



Indstillingsskrue



Kontrol af vakuumreguleringen

Vakuumreguleringen kan kontrolleres ved at udregne vakuumregulatorens maksimale forstilling.

Dette gøres ved at:

1. Måle den samlede tændingsforstilling ved et omdrejningstal, der giver maksimal vakuumforstilling.
2. Måle centrifugalforstillingen ved nøjagtig samme omdrejningstal.
3. Trække de fundne talværdier fra hinanden. Resultatet giver vakuumregulatorens maksimale forstilling.

Eksempel:

Samlet forstilling 30°

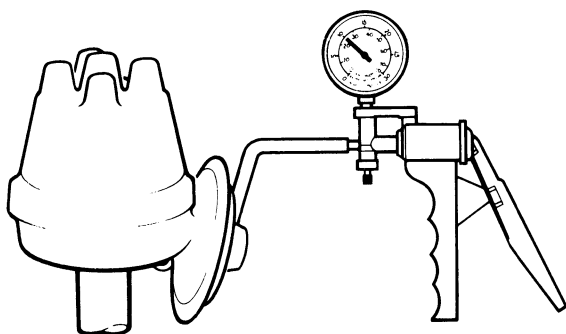
Centrifugalforstilling 12°

Vakuumforstilling 18°

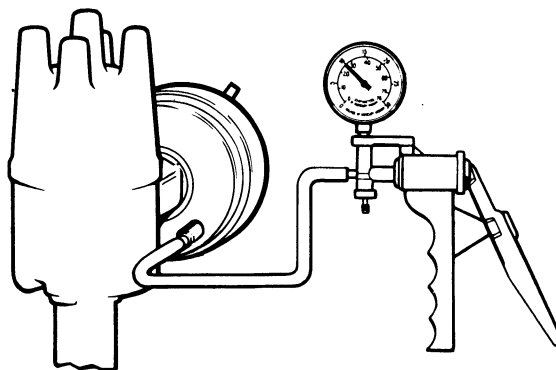
En mere nøjagtig kontrol af vakuumregulatoren kan foretages med en vakuumpumpe.

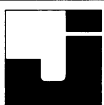
Vakuumpumpen tilsluttes vakuumregulatoren, og vakuumforstillingen måles ved det undertryk, der er opgivet i data.

Kontrol af tidligforstilller



Kontrol af senforstilller

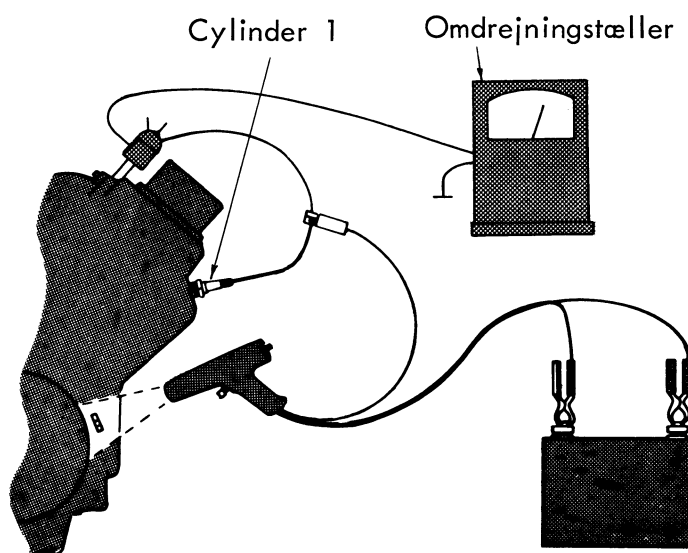




Dynamisk kontrol af tændingstidspunkt ved højere motoromdrejningstal

Kontrollen foretages ved det opgivne omdrejningstal, med forstillingsmåleren tilsluttet cylinder nr. 1 og med afmonteret vakuumslange.

Tændingsmærket indfanges af forstillingsmålerens blink, og forstillingsvinklen aflæses. Er tændingstidspunktet ikke korrekt, justeres dette ved at dreje strømfordeleren.

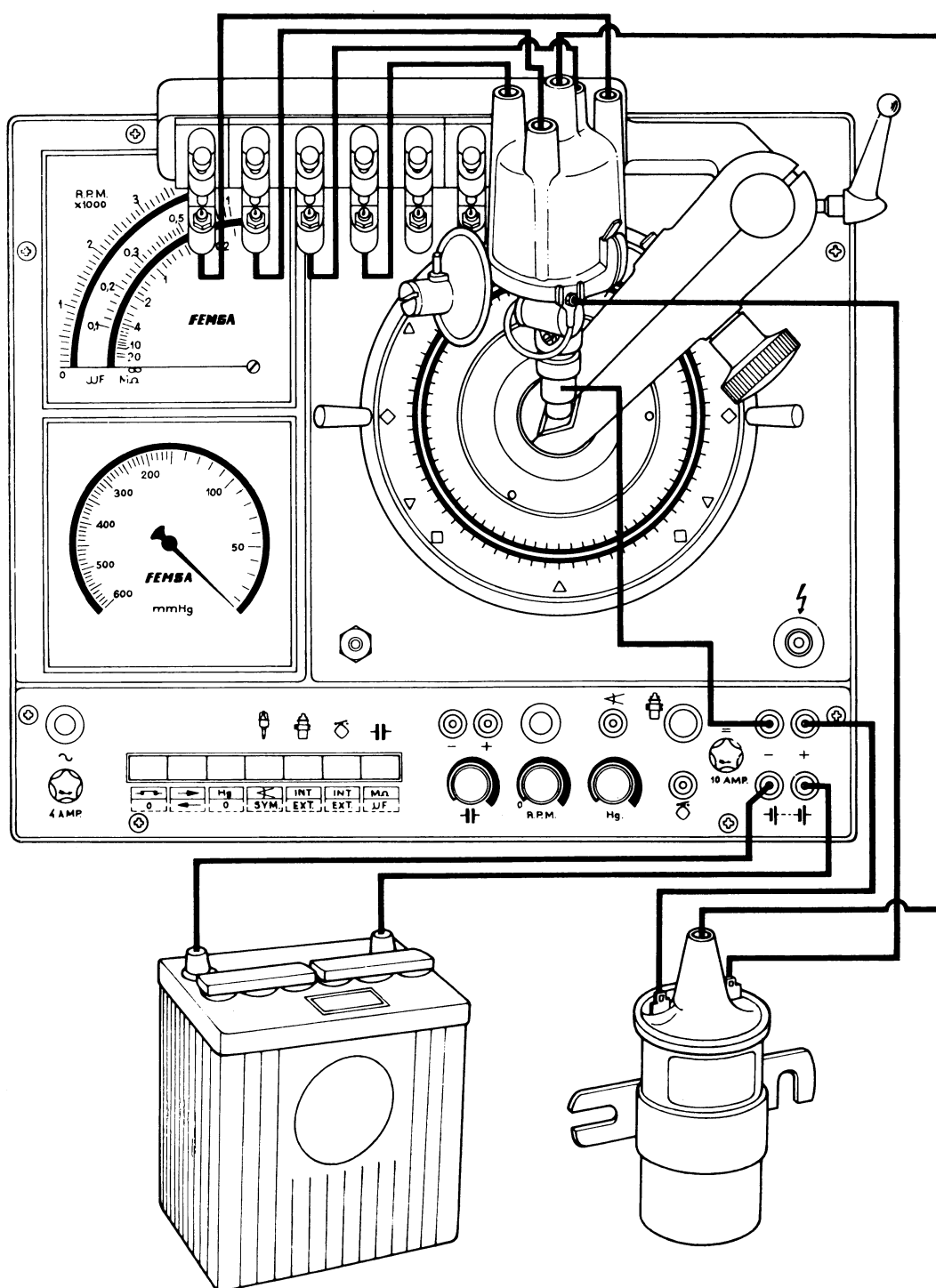




Strømfordelerbænk

Der kan foretages en fuldstændig kontrol af tændingsanlæggets elektriske funktion i en strømfordelerprøvebænk. Kontrollen foretages ved at montere det komplette anlæg i prøvebænken.

Kontrollen omfatter kontrol af gnisten og gnistlængden ved forskellige omdrejningstal samt kontrol af sekundær-isolation.





Strømfordelerafprøvningen omfatter kontrol af:

1. Mekanisk slid
2. Tændingsregulering
3. Strømfordelerkontakter

Kontrol af
mekanisk slid

Kontrol af slid på strømfordelerknasten, lejer og kontaktpladens lejring foretages ved at iagttage åbningsblinkene og kamvinkelændringen ved forskellige omdrejningstal med og uden aktivering af vakuumregulatoren.

Kontrol af
tændingsregulering

Centrifugalregulatoren kontrolleres ved at måle forstillingen ved de opgivne omdrejningstal og sammenligne måleresultaterne med data.

Samtidig kontrolleres, om forstillingen sker jævnt og uden ryk.

Vakuumregulatoren kontrolleres ved at måle forstillingen ved de opgivne undertryk og sammenligne måleresultaterne med data.

Forstillingen skal ske jævnt.

Kontrol af strøm-
fordelerkontakter

Strømfordelerkontakterne kontrolleres ved at måle spændingstabet over kontakterne og deres isolation.

Kamvinklen justeres ved hjælp af kamvinkelmåleren.

Endelig afprøves kontaktsættets funktion, hvorunder det kontrolleres, om der ikke forekommer kontaktprelning ved omdrejningstal, der ligger inden for motorens arbejdsområde.

Data

En forudsætning for fejlfinding og korrekt justering af motorer med tilhørende tændingsanlæg er, at korrekte data er til rådighed.

Det er ligeledes meget vigtigt, at de anvendte data er ajourførte, idet der ofte sker ændringer i specifikationer.

De efterfølgende eksempler er taget dels fra bilers reparationshåndbøger og dels fra et forlag, der udgiver data for forskellige bilmodeller.

1

2

3

4



JERNINDUSTRIENS FORLAG

Tændingsanlæg

Kontaktstyret spoletænding - Fejlfinding

Teoriinstruktion 7

Udgave 8105

Side af sider
20 31

GRUPPE J
Motor, motorudstyr
Blad 16, rosa
August 74, 1. udgave

Ascona/Manta - A

Motorer: 12 S, 16 S, 19 S, 19 E

STARTER

Motor	12 S		16 N, 16 S, 19 S, 19 E	
Fabrikat	Delco Remy	Bosch	Delco Remy	Bosch
Type		DF 12 V 0,5PS		EF (R) 12V0,8PS
Ident.-nr.	3 472 004	0120300530/531	3471141, 3471144	0001208038/039 0001208053/054
Tomgangsprøve:				
Strømstyrke (Amp)	36,5 - 43,5	20 - 40	30 - 50	30 - 50
Omdr.min ⁻¹ (O/min)		6500 - 8500	7300 - 8500	7150 - 8350
Spænding (Volt)	10,6	11,5	10,6	11,5
Belastningsprøve:				
Strømstyrke (Amp)	175		175 - 205	170 - 200
Omdr.min ⁻¹ (O/min)	1800		1400 - 1700	1050 - 1350
Spænding (Volt)	10,4		10	9
Kortslutningsprøve:				
Strømstyrke (Amp)	260 max.	320-400	325 max.	225 - 275
Spænding (Volt)	6	9 8	6	6
Indkoblingsspænding for magnetkontakt i Volt. Min. værdi		7,5	8	8
Mindstemål for kom- mutator i mm Ø	37,0	31,2	37,0	32,8
Min. længde af kul i mm	7,0	11,5	7,0	15

TÆNDSPOLE

Fabrikat	Delco Remy	Bosch
Type	12 V DR 502	KW 12 V
Ident.-nummer200	0 221 102 073
Modstand i primær- vinding i Ohm	1,2 til 1,6	
Gnistlængde i mm	14	
Tændspænding i Volt	12 000 til 16 000	

TÆNDRØR

Motor	12 S, 16 N, 19 S, 19 E		16 S	
Fabrikat	AC	Bosch	AC	Bosch
Type	42 FS	W 200 T 35	41.2 XLS	W 200 T 30
Elektrodeafst. i mm	0,7 til 0,8			



GRUPPE J

Motor, motorudstyr

Blad 18, rosa

August 74, 1. udgave

Ascona/Manta - A

Motorer: 12 S, 16, 16 S, 19 S, 19 E

STRØMFORDELER

Motor	12 S	16 N		16 S, 19 S	
Ident.-nr.					
Delco Remy	3 470 222	3 470 217	3 470 217	3 470 221	3 470 221
Bosch	0231170012	0231150038	0231170011	0231150041	0231170008
Type					
Delco Remy					
Bosch	JFU 4 (R)				
Tændingstidspunkt	Tændingsmærkerne flugter				
Tændingsforstl. i krumtap ^o ved min ⁻¹ (O/min) (motoromdr.) 1000		0 - 1		0 - 1	
1200	0 - 4,5		0 - 8		0 - 8
1500		9,5 - 16,5		9,5 - 16,5	
1600	11 - 20		9 - 15,5		9 - 15,5
2000	15,5 - 21,5	14,5 - 20,5	12,5 - 18,5	14,5 - 20,5	12,5 - 18,5
2500					
3000	20 - 26	22 - 28	20,5 - 26,5	22 - 28	20,5 - 26,5
3200			22 - 28		22 - 28
3800	24 - 30				
Vakuum					
Beg. mbar (mm Hg)	106 - 173 (80 - 130)	106 - 186 (80 - 140)	113 - 199 (85 - 150)	106 - 186 (80 - 140)	113 - 199 (85 - 150)
Slut mbar (mm Hg)	239 - 266 (180 - 200)	286 - 306 (215 - 306)	286 - 313 (215 - 235)	412 - 426 (310 - 320)	412 - 426 (310 - 320)
Forst. i krumtap ^o	12,5 - 17,5	10,5 - 15,5	10,5 - 15,5	18,5 - 23,5	18,5 - 23,5
Lukkevinkel i °	47 til 53 ved min. 0,4 mm				
Lukketid i %	53 til 59 kontaktafstand				
Kondensator i µF	0,15 til 0,23				
Tændkablernes modstand i Ohm	3000 (max.)				
Rotorens modstand i Ohm					
Delco Remy	10 000 + 30% - 10%				
Bosch	4 500 + 30% - 10%				

240-03 SpecifikationerAvd. 3 Elektrisk system

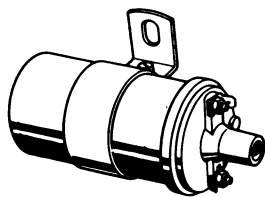
Tændinställning (f.ö.d. bortkopplad vakuumregulator)			
Motortyp	Anmärkning	r/s 11,7-13,3 r/min 700-800	r/s 41,7 r/min 2 500
B 17 A	1979-1981	12°	28-32°
B 19 A	1977 ¹ 1978 Italien 1978-1980 Övriga 1981	15° 15° 12° 10°	32-36° 32-36° 28-32° 26-32°
B 19 E	1977-1981	8°	28-33°
B 20 A	1975	10°	23-27°
B 21 A	1975 1976-77 ¹ 1978 Sverige ⁴ Övriga marknader 1979-80 ² 1981 Sverige, Australien Övriga	12° 15° 12° 15° 12° 10° 12°	24-28° 32-36° 28-32° 32-36° 28-32° 26-32° 28-32°
B 21 E	1975-1981 ³	8°	28-33°
B 21 ET	1981	15°	21-26°
B 23 A	1981 Sverige	7°	21-26°
B 23 E	1979-1981	5°	25-30°

Specialvagnar

- ¹ Sverige 1976, 1977: 245 med BW 35, BW 55, M 46 samt specialvagnar 10°
- ² Sverige, vissa specialvagnar B 21 A manuell växellåda 10°
B 21 A automatlåda 8°
- ³ Australien, Sverige 1976-80 244, 245 Polis och specialvagnar 5°
- ⁴ Till den svenska marknaden har 2 650 stycken 240 1978 års modell med manuell växellåda byggts med B 21 A motor. av motorutförande 498528. Dessa ska ha 15° resp. 32-36°.
Övriga vagnar av denna typ byggs med motor 498550.

Med specialvagn menas en tyngre variant, ex. 245 GL med automatlåda.

Från 1976 och senare Sverigemodeller finns data för tändinställning m.m. på en dekal till vänster i motorrummet. Följ dessa data.

TÄNDPOLE

Bosch nr
Volvo nr
Resistans i primär lindning (mellan uttag 1 och 15) ...
Resistans i sekundärlindning (mellan uttag 1 och högspänningsuttaget)

A-motorer -1978

0 221 119 028
1 219 189
2,7-3 Ω
8-11 k Ω

**E-motorer 1975-1980
och A-motorer 1979-1981**

0 221 122 006
1 219 230
1,9 Ω
9,5 k Ω

240-03 Specifikationer

Avd. 3 Elektrisk system

Bosch nr	0231 170 085	0231 170 134	0231 170 185	0231 176 103	0231 170 284	0231 170 287
Volvo nr	462 657	463 692	1219 661	126 6478	1 306 792	1 306 872
Rotationsriktning	Moturs	Medurs	Medurs	Medurs	Medurs	Medurs
Brytarkontaktavstand mm	min. 0,35	min. 0,40	min. 0,40	min. 0,40	min. 0,40	min. 0,40
Slutningsvinkel ved 8,3 r/s (500 r/min)	62±3°	62±3°	62±3°	62±3°	62±3°	62±3°
Anligningstryk, N	5,0-6,3	5,0-6,3	5,0-6,3	5,0-6,3	6,5-8,0	6,5-8,0
(kp)	(0,50-0,63)	(0,50-0,63)	(0,50-0,63)	(0,50-0,63)	(0,65-0,80)	(0,65-0,80)

Centrifugalregulator

Förställning totalt, fördelargrader	13±1
Förställningen börjar vid fördelarvarv / sek . (fördelarvarv / min)	15±1 7,1-9,6 (425-575)

VÄRDEN

5° vid fördelarvarv / sek	15,8-19
(fördelarvarv / min)	(950-1 140)
10° vid fördelarvarv / sek	23,2-26,3
(fördelarvarv / min)	(1250-1575)
Förställningen maximal vid fördelarvarv / sek (fördelarvarv / min)	29,2 (1750)

Vakuumreglering

Regleringsriktning	Positiv
Reglering totalt, fördelargrader	6,5±1
Regleringen börjar vid mm Hg	60-100

Värden:

2° vid mm Hg	-
5° vid mm Hg	130-175
Regleringen maximal vid mm Hg	185

Regleringsriktning

Reglering totalt, fördelargrader	-
Regleringen börjar vid mm Hg	-

Värden:

1° Vid mm HG	-
Regleringen maximal vid mm Hg	-

Positiv	Positiv	Positiv	Positiv	Positiv	Positiv
7±1	5±1	7,5±1	7,5±1	7,5±1	7,5±1
235-285	120-180	110-150	110-150	110-140	110-140
-	160-220	130-175	130-180	125-165	125-165
330-380	-	165-215	165-220	165-215	165-215
400	260	220	240	240	240
-	-	Negativ	-	-	-
-	-	2,5±0,5	-	-	-
-	-	80-160	-	-	-
-	-	95-180	-	-	-
-	-	200	-	-	-



240-03 Specifikationer

Avd. 3 Elektrisk system

TÄNDFÖRDELARE, E-MOTORER

Motortyp	Årsmodell	Marknader Gäller samtliga marknader om inget annat anges.	Bosch nr
B 21 E	1975 1976 1977-80 1981	Sverige Australien Övriga Sverige Australien Övriga	0 237 002 001 2 010 2 001 2 010 2 017 2 017
B 21 ET	1981		3 027
B 19 E	1977-81		2 017
B 23 E	1979-81		2 017

Bosch nr	0237 002 001	0237 002 010	0237 002 017	0237 003 027
Volvo	463 832	1219 662	1219 957	1 276 701
Rotationsriktning	Medurs	Medurs	Medurs	Medurs
Resistans i impulsgivarpolen k Ω	0,95-1,25	0,95-1,25	0,95-1,25	0,95-1,25

Centrifugalregulator

Förställning totalt, fördelargrader	15±1	15±1	15±1	11,5±1
Förställningen börjar vid fördelarvarv/sek (fördelarvarv/min)	7,7-9,2 (460-550)	7,7-9,2 (460-550)	7,7-9,2 (460-550)	6,7-10,0 (400-600)

VÄRDEN

5° vid fördelarvarv/sek (fördelarvarv/min)	13,2-15,7 (790-940)	13,2-15,7 (790-940)	13,2-15,7 (790-940)	20,5-26,3 (1230-1575)
10° vid fördelarvarv/sek (fördelarvarv/min)	19-20,8 (1140-1250)	20,8-25,8 (1250-1550)	18,2-20,7 (1090-1240)	32,6-38,8 (1960-2320)
Förställningen maximal vid fördelarvarv/sek (fördelarvarv/min)	33,3 (2000)	33,3 (2000)	33,3 (2000)	41,6 (2500)

Vakuumreglering

Regleringsriktning	Positiv	Positiv	Positiv	Positiv
Reglering totalt, fördelargrader	4±1	4±1	8±1	7,5±1,5
Regleringen börjar vid mm Hg	140-200	140-200	140-200	105-145
Värden:				
2° vid mm Hg	170-230	170-230	170-220	125-185
5° vid mm Hg	-	-	210-270	175-235
Regleringen maximal vid mm Hg	240	240	295	250

Tryckreglering

Regleringsriktning	-	-	-	Negativ
Reglering totalt, fördelargrader	-	-	-	2,5±1
Regleringen börjar vid mm Hg	-	-	-	115-180
Värden:				
1° vid mm HG	-	-	-	130-215
Regleringen maximal vid mm Hg	-	-	-	240

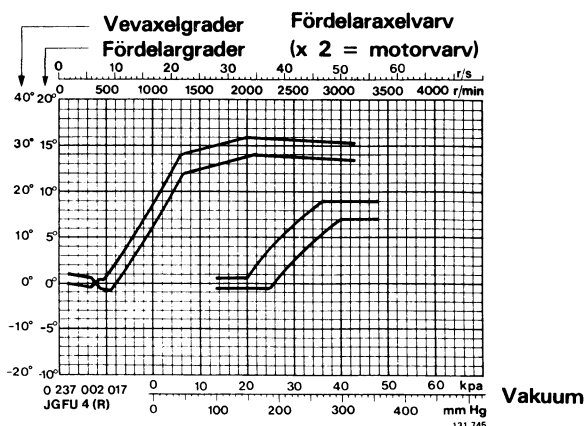
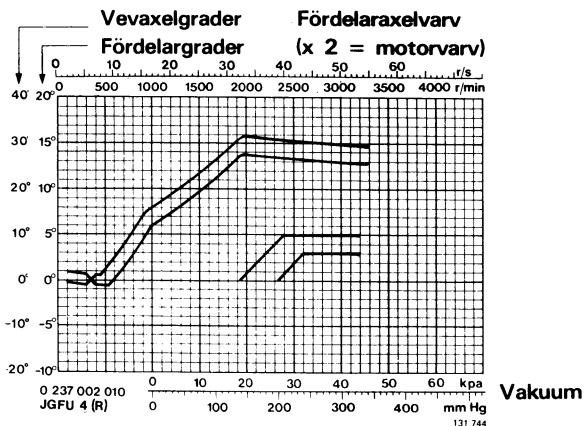
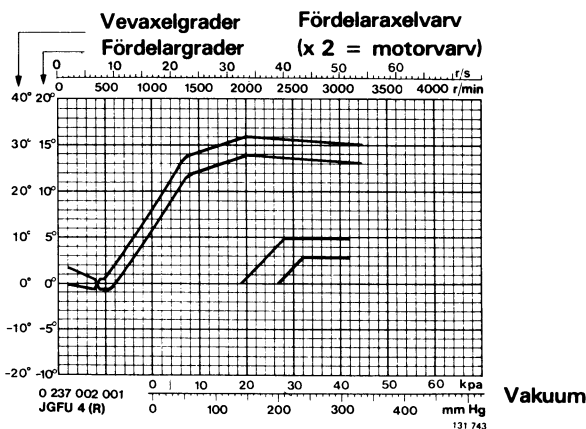
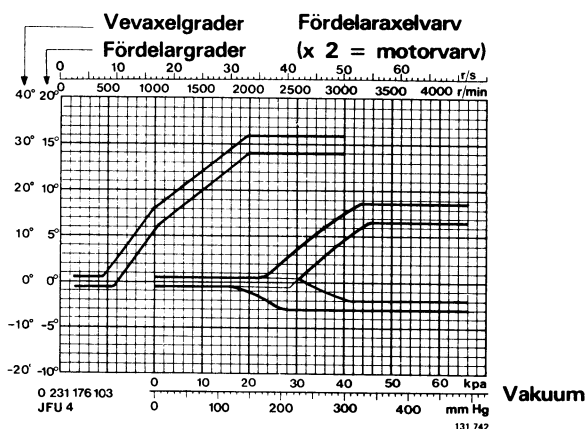
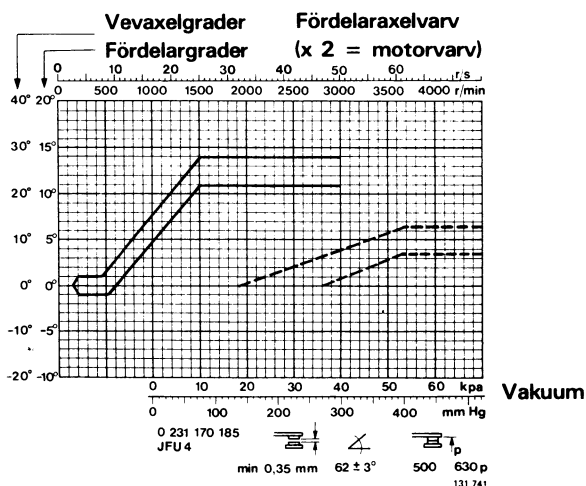
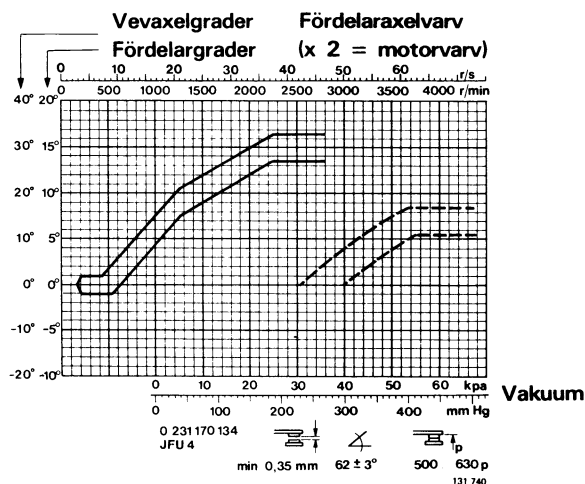
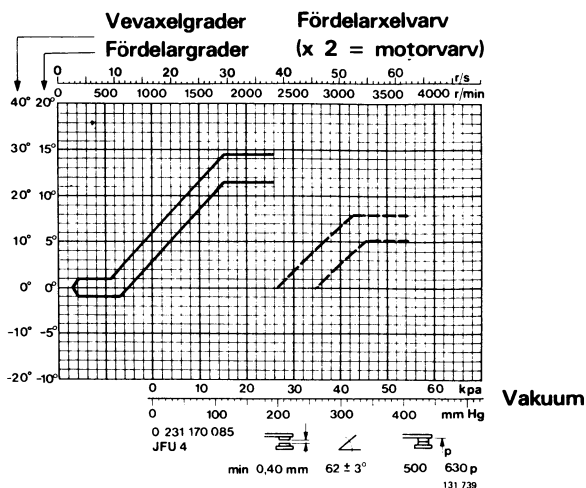


240-03 Specifikationer

Avd. 3 Elektrisk system

TÄNDFÖRSTÄLLNINGSKURVOR

Boschnummer för tändförställningskurvorna finns i specifikationerna och på resp. tändfördelare.



**5-F-6. Testing Distributor****a. Dwell angle test**

Check if the dwell angle is within the specification.

Dwell angle 49 ~ 55 degrees

b. Advance test

To test ignition advancing characteristic of the distributor, use a distributor tester.

The advancing characteristic of distributor should be **within the range** shown in Fig. 5-38.

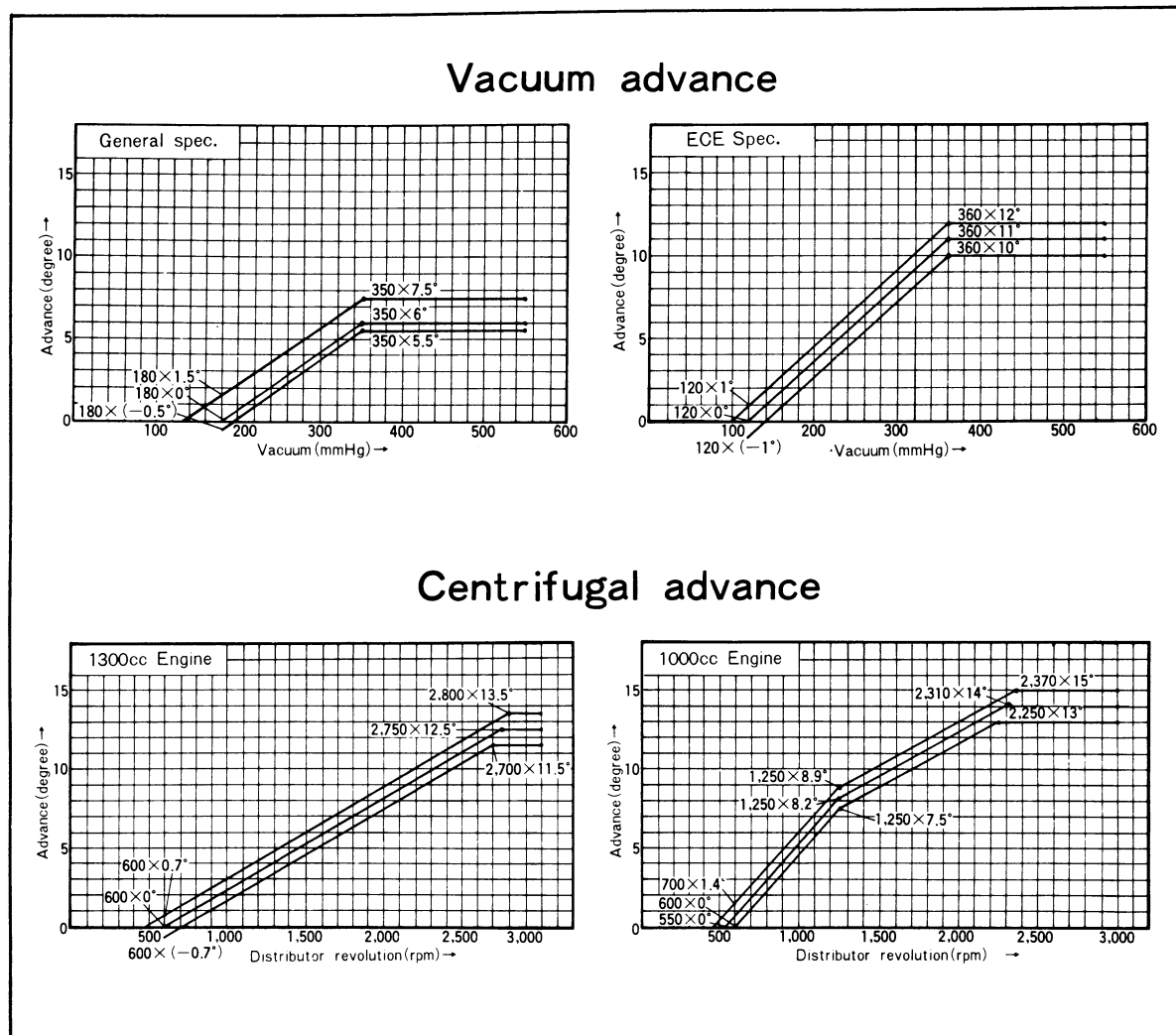


Fig. 5-38

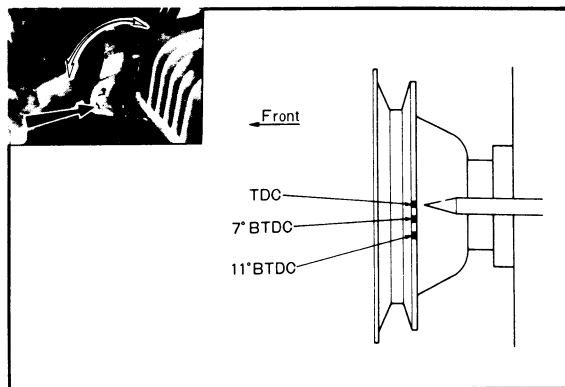


Fig. 5-39

5-F-7. Adjusting Ignition Timing

Set the engine at idle speed and align the timing marks by turning the distributor housing.

Ignition timing at idle

1000 cc	7° BTDC (Except ECE - 11° BTDC)
1300 cc	11° BTDC

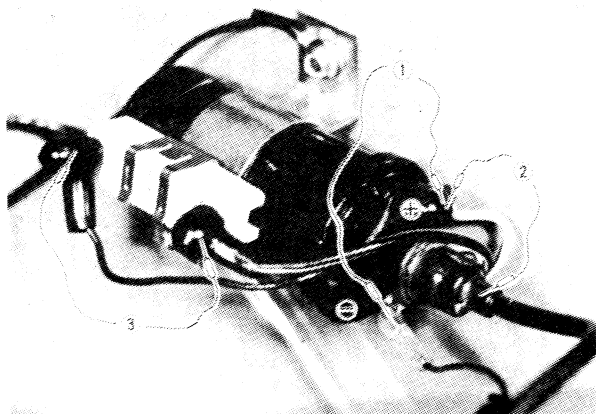


Fig. 5-40

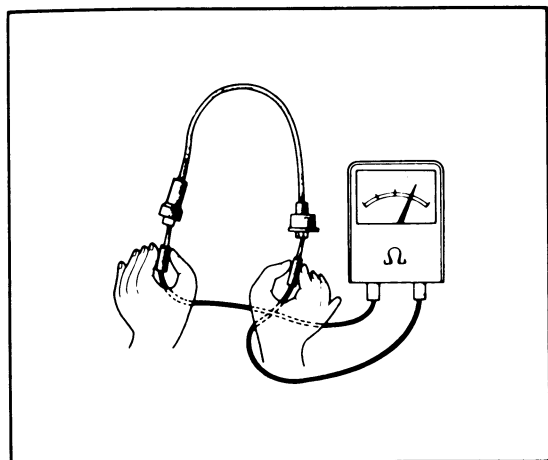


Fig. 5-41

5-G. IGNITION COIL**5-G-1. Checking Ignition Coil**

Measure the following resistances.

Note: Before testing the coil, always heat the coil to normal operating temperature.

1 Primary coil resistance	1.5 ohms
2 Secondary coil resistance	9,000 ohms
3 External resistor resistance	1.6 ohms

5-H. HIGH TENSION WIRE (SECONDARY WIRE)**5-H-1. Resistance Test**

Check the resistance of each hightension wire. The resistance should not exceed **16,000 ohms per 1 m (39.37 in)**.

Note:

- 1) When checking the resistance of the wires or setting ignition timing, **do not** puncture the wires with a probe. The probe may cause a separation in the conductor.
- 2) When removing the wires from the spark plugs, grasp and twist the moulded cap, then pull the cap off the spark plug. **Do not** pull on the wire because the wire connection inside the cap may become separated or the insulator may be damaged.



JERNINDUSTRIENS FORLAG

Tændingsanlæg

Kontaktstyret spoletænding - Fejlfinding

Teoriinstruktion 7

Udgave 8105

Side af sider
28 31**BOSCH**

Die Testwerte entsprechen dem letzten Stand der uns zugänglichen Unterlagen. Testgeräte mit anderen als den bei Bosch-Testgeräten verwendeten Meßmethoden können andere Werte ergeben. In Zweifelsfällen sind die Angaben der Fahrzeug-Hersteller zu beachten.

VDT-T- AUT 1,7/1 10.70

ersetzt Ausgabe vom 4.68

Audi 72

Auto-Union GmbH

Ingolstadt

/ 11,2 : 1

1,685 / 4 / 72 / 5000

TESTWERTE

Fahrzeug-Typ

Hersteller

Motor-Typ / Verdichtung

Liter / Zylinder / PS / U/min

Änderungen ab Monat / Motornummer		Baujahr ab
	1.66	1965
	0 221 102 036	0 221 102 033
	KW 12 V	KW 12 V
	0,9	0,9
	11	11
	9	9
	1,7 - 2,1	1,9 - 2,45
	14	14
	* O.V. 16-20	* O.V. 16-20
	0 231 115 054	0 231 115 051
	JFUR 4 (R)	JFUR 4 (R)
	47-53 / 53-59	47-53 / 53-59
	0,4	0,4
	0,23-0,32	0,23-0,32 ₂₀₀
	1 - 3 - 4	- 2

vorne in Fahrtrichtung

Riemenscheibe

Motorgehäuse

Zündspule/Zündtransformator

Best.-Nr.

Typ

Ω Vorwiderstand

1 Spannung an Klemme 15

V mind. bei ZS-Ruhestrom

V mind. beim Starten

Ω Primärwiderstand bei 20° C

mm Funkenlänge

kV Zündspannung bei Belastung

Zündverteiler

Best.-Nr.

Typ

2 Grad / % Schließwinkel

mm mind. Kontaktöffnung

μF Kond.-Kap./kΩ Isolationswiderstand

Zündfolge

Zylinder 1

Bewegliche Zündzeitpunkt-Marke

befindet sich

Feste Zündzeitpunkt-Marke

befindet sich

3 Zündzeitpunkt-Einstellung

°KW/PS GrundEinst. (Montageeinstellung)
mit Prüflampe°KW/mm bei Startdrehzahl (mit Stroboskop)
mit/ohne Unterdruck°KW / bei U/min (mit Stroboskop)
mit/ohne Unterdruck

Fliehkraftverstellung ohne Unterdruck

mit/ohne Grundeinstellung

U/min / °KW

U/min / °KW

U/min / °KW

U/min / °KW

U/min / °KW

U/min / °KW

Motordrehzahl/Verstellung

Unterdruckverstellung

°KW Bereich

mm Hg Beginn

mm Hg Ende

nach
frühnach
spät

Zündkerzen siehe Zündkerzenliste

4 Abgas-Test

Vol%CO Leerlauf-Gemischeinstellung

6 Leerlaufdrehzahl

U/min Schaltgetriebe

U/min Automatik

ROBERT BOSCH GMBH STUTTGART



		Baujahr ab	Änderungen ab Monat / Motornummer		
		1965	4.66		
Batterie	1 Typ	12 V 55 Ah			
Starter	Best.-Nr.	0 001 208 003			
	Typ	EF(R)12V,0,8PS			
Spannung beim Starten	mind. V	9			
bei blockiertem Motor	Spann. mind. V	7			
	Strom A	310-340			
Generator	2 Best.-Nr.	0120400053/627			
	Typ	K1(R)14V 35A20			
Generator-Regler	Best.-Nr.	0190601003/006			
	Typ	AD 1/14 V			
Regulierspannung ohne Belastung	V	13,9-14,8			
Regulierspannung mit Belastung	V	13,9-14,8			
Belastungsstrom	A	28 - 30			
Stromreglereinsatz	A				
Einschaltspannung	<input checked="" type="checkbox"/> V				
Rückstrom	A				
Kraftstoffpumpe	Typ				
Förderdruck	kp/cm ²				
Vergaser	Fabr.	Solex	Solex		
	Typ	38 PDSI-1	35 PDSI T-5		
		1. Stufe / 2. Stufe	1. Stufe / 2. Stufe		
Hauptdüse	Gg	x 140	147,5		
Luftkorrekturdüse	a	90	70		
Leerlaufdüse	g	45	50		
Leerlaufluftdüse	u	1,3	160		
Schwimmernadelventil	p	2,0	1,75		
Beschleuniger-Pumpe	cm ³ /Hub				
Schwimmerstand	mm	19 - 21	16 - 18		
Achswerte		Belastet mit 2 Personen			
bei Belastung	kg	0° bis -20' / 0°			
Spur vorn / hinten	in ° und '	0° 15' ± 20' / -30' ± 15'			
Sturz vorn / hinten	in ° und '	0° 10' ± 20'			
Nachlauf	in ° und '	-50' ± 20'			
Spurdifferenzwinkel	in ° und '				
Leistungswerte					
Radleistung	PS	55 / 50			
bei Prüfgeschw. km/h / Nenndrehzahl		5000 / 5000			
im Gang		2. / 3.			
Motor-/Fahrzeugdaten					
Kompression	kp/cm ²	0,10 / 0,25			
Ventilspiel Einlaß/Auslaß (warm/kalt)	mm	1,95			
Übersetzung Kurbelwelle/Generator 1:		/ 14,8			
0 ... 80 km/h / 0 ... 100 km/h	sec	10,0			
Kraftstoffnormverbrauch (DIN 70030)	l/100 km				
Bemerkungen					
* Ohne Vorwiderstand					
** Alle 72 PS-Motoren bis Motor-Nr. 8 920 000 240 = 18° v. OT					
Alle 72 PS-Motoren mit Zylinderköpfen deren Gußnummer den Index					
0,4 oder 0,7 haben = 16° v. OT					
Alle übrigen 72 PS-Motoren = 12° v. OT					
Alle 72 PS-Motoren für Normalbenzin siehe AUT 1,7/3-1					



JERNINDUSTRIENS FORLAG

Tændingsanlæg

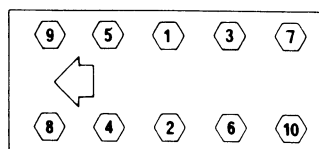
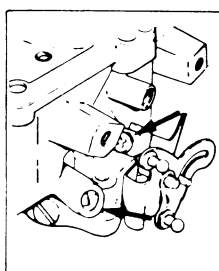
Kontaktstyret spoletænding - Fejlfinding

Teoriinstruktion 7

Udgave
8105Side af sider
30 31

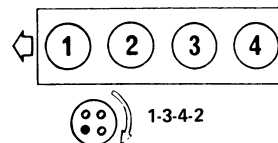
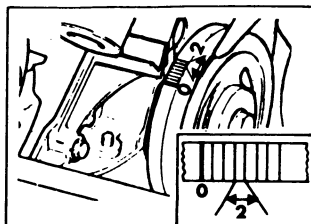
FORD

	Taunus/Cortina '80 1,6 LC	Taunus/Cortina '80 1,6 HC	Model
46	1979—	1979—	Year
47	LAR	LCR	Engine Type
48	0,2 (0.008) o	0,2 (0.008) o	Valve clearance - Inlet [o = cold] mm (ins)
49	0,25 (0.010) o	0,25 (0.010) o	- Exhaust [+ = hot] mm (ins)
50	9 - 11	11 - 13	Compression pressure bar
51	1,0 - 2,5	1,0 - 2,5	Oil pressure bar
52	0,9	0,9	Radiator cap bar
53	89 - 93	89 - 93	Thermostat opens at °C
54	—	—	Fan belt size mm
55	10,0	10,0	Fan belt tension mm (Kg)
56	Ford VV	Ford VV	Carburettor adjustment Make
57	79 HF KCB	79 HF KCB	79 HF KDB Type
58	1,5 ± 0,5	1,5 ± 0,5	1,5 ± 0,5 Vol %
59	800 ± 25	800 ± 25	—
60	—	—	800 ± 25 rpm
61	—	—	— rpm
62	3,4	3,4	3,4 mm
63	—	—	— mm
64	—	—	— mm
65	0,28 - 0,36	0,28 - 0,36	Fuel pump delivery pressure bar
66	91	97	Octane rating RON
67			Filling capacities
68	3,75 (6.6)	3,75 (6.6)	Engine & filter Litres (pints)
69	0,9 (1.5)	0,9 (1.5)	Gearbox 4 speed/5 speed Litres (pints)
70	6,3 (11.1)	6,3 (11.1)	Automatic (refill) Litres (pints)
71	1,0 (1.7)	1,0 (1.7)	Differential Litres (pints)
72	5,8 (10.2)	5,8 (10.2)	5,8 (10.2) Litres (pints)
73	163 SR 13	185/70 SR 13	185/70SR13(Est) 175SR13(Est) Tyres Standard size
74	1,8 (26)	1,6 (23)	1,6 (23) 1,5 (21) Pressure (normal) - front bar (psi)
75	1,8 (26)	1,6 (23)	1,7 (24) 1,7 (24) - rear bar (psi)
76	o		Wheel alignment data - front o = unladen
77	0 - 2 Neg		Toe-in/out (pos/neg) mm
78	0° - 15' Neg		Toe-in/out (pos/neg) o
79	0°08' - 1°38' Neg		Camber o
80	0°55' - 2°55'	Est: 1°12' - 3°12'	Castor o
81	—		King pin inclination (KPI) o
82			Tightening torques N m (kgm)
83	20 - 40 (2 - 4) o	20 - 40 (2 - 4) o	Cylinder head — Stage 1 N m (kgm)
84	49 - 69 (4.9 - 6.9) o	49 - 69 (4.9 - 6.9) o	— Stage 2 N m (kgm)
85	88-108 (8.8-10.8) +	88-108 (8.8-10.8) +	— Stage 3 N m (kgm)
86	88-102 (8.8-10.2)	88-102 (8.8-10.2)	Main bearings N m (kgm)
87	41-48 (4.1-4.8)	41-48 (4.1-4.8)	Big end bearings N m (kgm)
88	64-70 (6.4-7)	64-70 (6.4-7)	Flywheel/driveplate N m (kgm)
89	20-28 (2-2.8)	20-28 (2-2.8)	Spark plugs N m (kgm)
90	85-115 (8.5-11.5)	85-115 (8.5-11.5)	Road wheels N m (kgm)



FORD

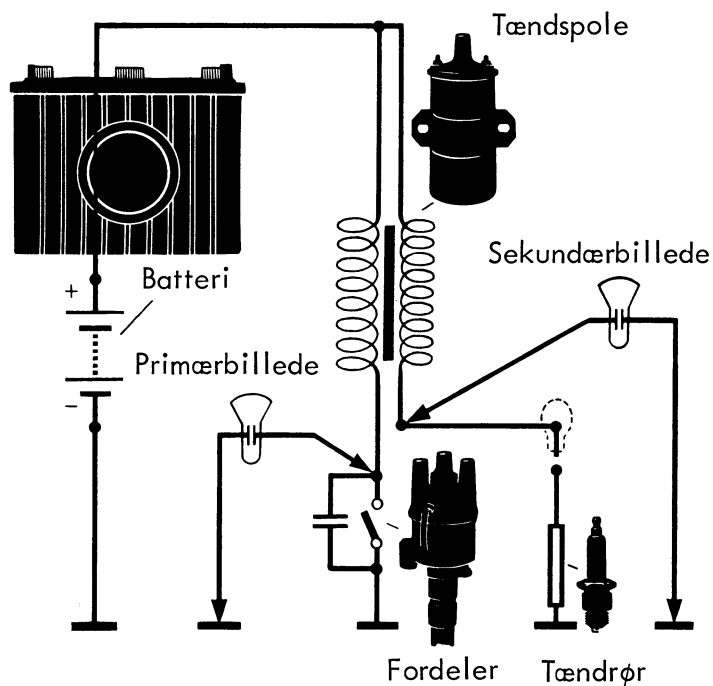
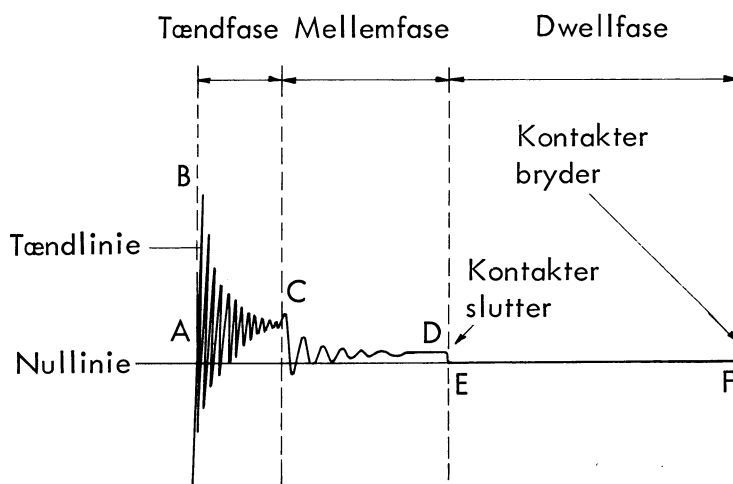
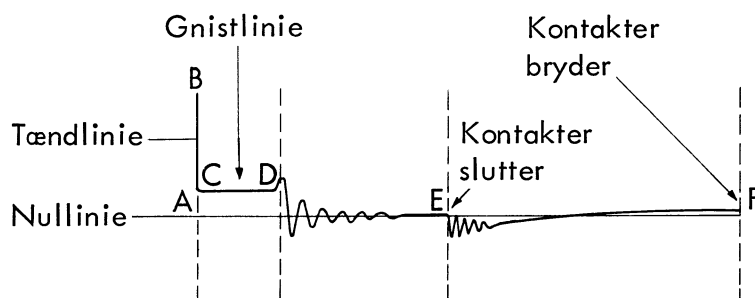
Model		Taunus/Cortina '80 1.6 LC	Taunus/Cortina '80 1.6 HC	Taunus/Cortina '80 1.6 HC (Auto)				
Year		1979—	1979—	1979—	1			
Engine	Type	LAR	LCR	LCR	2			
Capacity/no. of cylinders	cm ³	1593/4	1593/4	1593/4	3			
Compression ratio	:1	8,2	9,2	9,2	4			
Output	kW (DIN HP) rpm	51 (70) 5300	54 (73) 5300	54 (73) 5300	5			
Ignition system	Type	SZ	SZ	SZ	6			
Ignition coil	Make	Bosch/Lucas/Cajavec/Polmot/Femsa			7			
	Type	—			8			
Voltage between terminal 15/Pos. & earth		—			9			
+ = with o = without ballast resistor	V	—			10			
Ballast resistor	Ohms	1,5			11			
Primary resistance	Ohms	1,2 - 1,4			12			
Distributor	Make/year changed	Motorcraft	Bosch	M/craft	Bosch	13		
	Type	79 HF-GA	79 HF-HA	79 HF-NA	79 HF-RA	79 HF-EA 79 HF-FA	14	
Contact breaker gap	mm (ins)	0,6 - 0,7	0,4-0,5	0,6-0,7	0,4-0,5	0,6-0,7 0,4-0,5	15	
Dwell angle	° (%)	48 - 52 (47 - 58)		48 - 52 (47 - 58)		48 - 52 (47 - 58)	16	
Condenser capacity	µF	0,21-0,25	0,24-0,32	0,21-0,25	0,24-0,32	0,21-0,25 0,24-0,32	17	
Ignition timing	v = BTDC n = ATDC	v		v		v	18	
	o = without + = with vacuum	o		o		o	19	
Basic setting (static)	° Engine	12		12		12	20	
Stroboscopic timing	° Engine/rpm	12/800		12/800		12/800	21	
Advance checks	° Engine/rpm	—		—		—	22	
	° Engine/rpm	—		—		—	23	
	° Engine/rpm	19-33/2000		19-33/2000	20-31/2000	25-39/2000 25-38/2000	24	
Centrifugal advance	° Engine/rpm	0 - 7/1000	0-7/1625	0-8/1340	0-7/1325	0-7/1325 0-7/1325	25	
(without vacuum and	° Engine/rpm	18-24/3000	17-25/3000	15-22/3000	15-21/3000	15-22/3000 15-21/3000	26	
without basic ignition timing)	° Engine/rpm	28-34/4850	27-33/4900	26-32/5200	26-31/5100	26-32/5200 26-32/5200	27	
Vacuum check	+ = advance o = retard	+		+		+	+	28
Range	° Engine	14-22	15-21	8-16	9-14	14-22	15-21	29
Starts	mbar (mm Hg)	200 (150)	195 (146)	200 (150)	195 (146)	200 (150)	190 (143)	30
Ends	mbar (mm Hg)	452 (340)	420 (315)	319 (240)	320 (240)	452 (340)	440 (330)	31
Spark plugs	Make	Motorcraft		Motorcraft		Motorcraft		32
	Type	BF 22		BF 22		BF 22		33
Gap	mm (ins)	0,6 (0.024)		0,6 (0.024)		0,6 (0.024)		34
Battery	V/Ah	12/38 - 55						35
Starter motor	Make	Lucas	Lucas (A/T)	Bosch	Bosch			36
	Type	M35J	5M90	0 001 211 228	0 001 311 113			37
Starting voltage	V	—		10	10			38
Lockdraw		—		—				39
— at normal voltage	A/V	240/7	370/7	300 - 350/7		490 - 540/6		40
— at lower voltage	A/V	—		250 - 300/6		400 - 460/5		41
Voltage regulator (Alternator)	Make	Lucas	Femsa	Bosch				42
Regulated voltage at	Type	—		0 192 052 005				43
alternator terminal B+ under full load	V	14,2-14,6	13,7-14,5	13,7-14,5				44
Engine speed	rpm	3000	3000	2000				45





Oscilloskop

På oscilloskopet kan man ved hjælp af to kurver, en primær og en sekundær, se hele tændingsanlæggets funktion og derved kontrollere det.

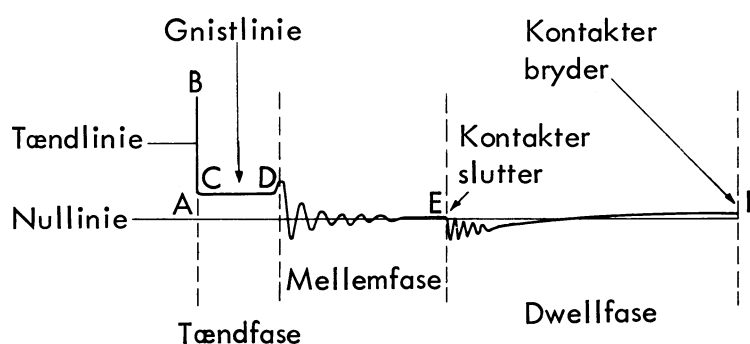
Primær -
grundbilledeSekundær-
grundbillede



Billedet er et kurvediagram, der viser spændingen i sekundærsiden som funktion af tid for én tændingsperiode.

En tændingsperiode består af:

1. Tændfase, tiden, hvor gnisten springer i tænderøret.
2. Mellemfase, tiden fra gnisten ophører, til kontakterne lukker.
3. Dwellfase, tiden, hvor kontakterne er lukkede, og magnetfeltet i spolen opbygges.

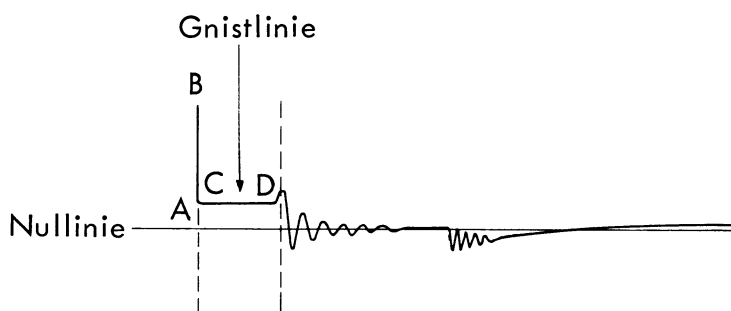


Tændfase

Når kontakterne åbner ved (A) nedbrydes magnetfeltet i spolen, og der induceres en spænding i sekundærsiden.

Den inducerede spænding stiger til den værdi, der er nødvendig for at overvinde modstanden i luftgabene i tænderøret og ved rotor og strømfordelerdæksel.

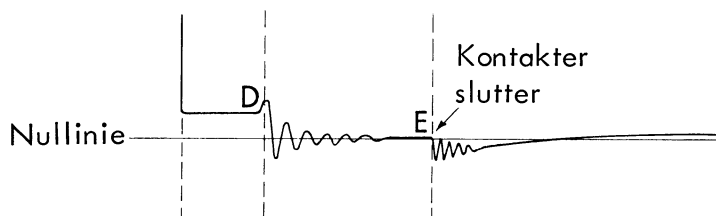
Denne spænding kaldes joniseringsspænding eller tændspænding. Efter at tændspændingen er nået, bliver mellemrummet mellem elektroderne pludselig ledende, og gnisten vedligeholdes ved en forholdsvis lav spænding. Gnisten ophører ved (D). Det stykke af kurven, hvor gnisten ved tænderøret opretholdes ved den forholdsvis lave spænding, kaldes "gnistlinien".





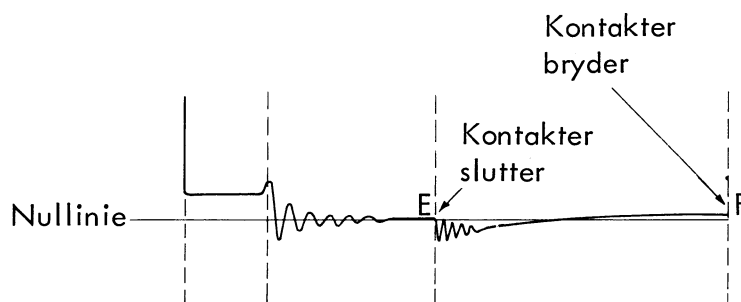
Mellemfase

Når gnisten ophører ved punktet (D), bliver spole og kondensatorsvingninger induceret "igennem" til sekundærsiden.



Dwellfase

Når kontakterne lukker ved (E), induceres der igen en spænding i sekundærsiden. Denne spænding er modsatrettet i forhold til spændingen, der opstår, når kontakterne åbner. Spændingen bruges ikke og falder efter nogle svingninger til nul.



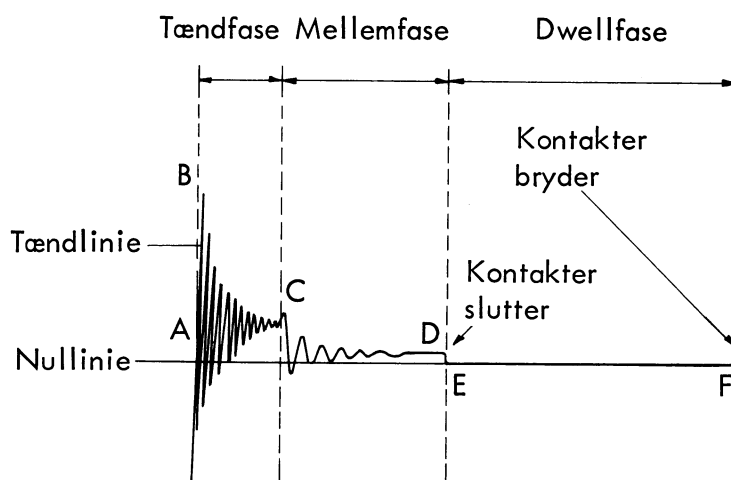


Primær- grundbillede

Billedet er et kurvediagram, der viser spændingen i primærsiden som funktion af tid for en tændingsperiode, dvs. fra strømfordelerkontaktene åbner, til de åbner igen.

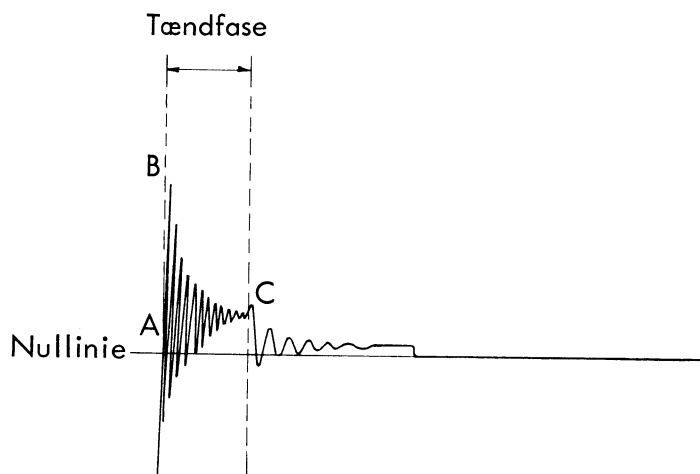
En tændingsperiode består af:

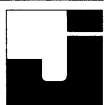
1. Tændfase, den tid, hvor gnisten springer ved tændrøret.
2. Mellemfase, tiden fra gnisten ved tændrøret er ophørt, til kontakterne lukker.
3. Dwellfase, tiden, hvor kontakterne er lukket, og magnetfeltet i spolen opbygges.



Tændfase

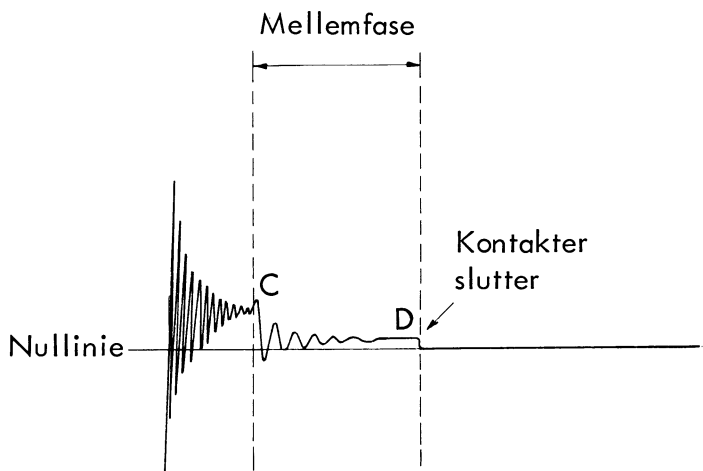
Når kontakterne åbner ved (A), induceres der en selvinduktionsspænding i primærspolen. Der opstår en svingningskreds mellem spole og kondensator, der gradvis aftager.





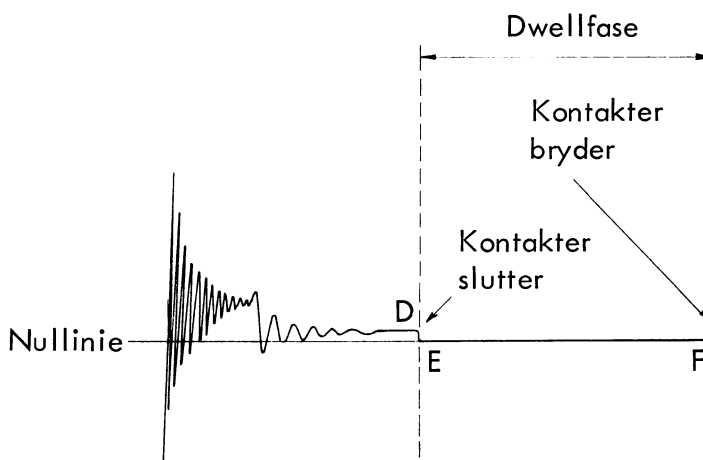
Mellemfase

Når gnisten ved tændrøret ophører ved (C), fordi det sekundære kredsløb afbrydes, falder spændingen efter nogle svingninger til batterispændingen.



Dwellfase

Når kontakterne lukker ved (D), falder spændingen fra batterispændingen til nul.



Fejlfinding med
oscilloskop

Alle tændingsanlæggets komponenter kan kontrolleres ved hjælp af de to oscilloskopkurver.

De følgende fejl billeder skal kun betragtes som typiske eksempler på fejl. I praksis kan der forekomme mindre afvigelser.

Fremgangsmåde ved den praktiske fejlfinding kan f.eks. være:

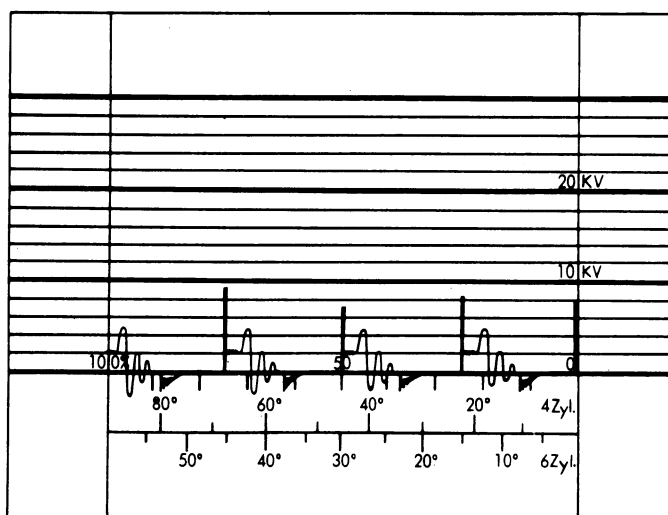
1. Betragte alle cylindre samtidig for at få et overblik over tændingsanlæggets funktion.
2. Betragte de enkelte cylindres tændingsforløb i detaljer.

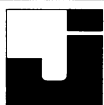
Viser fejlen sig på alle cylindre, findes fejlen normalt i primærsiden eller i sekundærsiden fra tændspolen til og med rotoren.

Viser fejlen sig kun på en enkelt cylinder, findes fejlen normalt i sekundærkredsen efter rotoren.

Måling af
tændspænding

Tændspændingen måles i kV. Tændspændingerne kommer i tændingsrækkefølgen, dog ofte således, at cylinder 1's tændspænding er bagest. Normal tændspænding er mellem 4 kV og 10 kV, bl.a. afhængig af motorens kompressionsforhold.





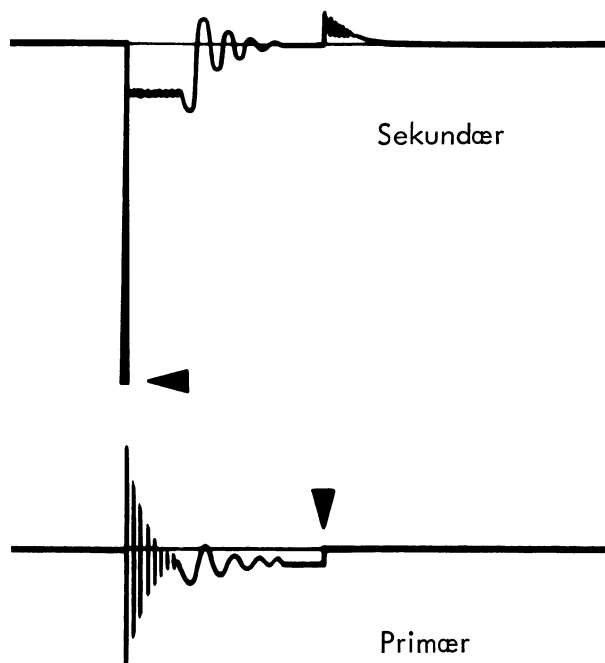
Tændspændingen er:		
Faktorer, der er udslagsgivende for tændspændingens størrelse	Højere ved:	Lavere ved:
Tænderør, elektrodeafstand	Stor	Lille
Kompression	Høj	Lav
Benzin/luftblanding	Mager	Rigtig
Tændingsgnistens polaritet	Forkert	Rigtig, negativ tændingsimpuls
Elektrode- (motor-) temperatur	Lav	Høj
Tænderør, elektrodeform	Rund	Skarpkantet
Tænderør, elektrodetilstand	Forbrændt	Ny
Tændingstidspunkt	Sen	Tidlig
Tændkabel	Afbrudt	
Rotorgab	Stor	Lille

Det er vigtigt, at variationen i tændspændingen ikke overstiger ca. 2 kV.

Årsagen til større variation bør findes og rettes.

Kontrol af tændspolepolaritet

Forkert tændspolepolaritet bevirker, at oscilloskopets kurver vender på hovedet.





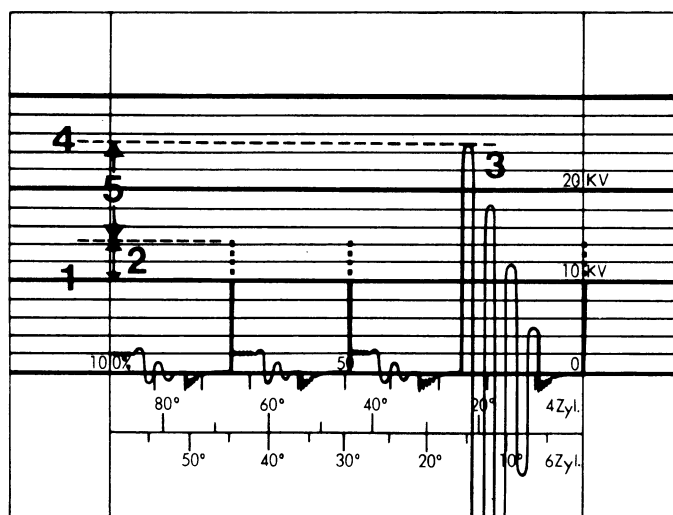
Kontrol af
sekundærisolation
og spændingsreserve

Tændrørshætterne aftages efter tur, medens motoren kører. De maksimale spændinger aflæses samtidig med, at svingningerne iagttages.

Den maksimale spænding skal være ca. 30% over tændspændingen ved belastning, for at tændingsanlægget har den fornødne tændingsreserve.

Ved defekt isolation vil svingningerne enten mangle eller være betydelig reduceret.

Tændingsreserven kan også måles ved starterhastighed for at konstatere, om den fornødne tændspænding er til stede under start.



- 1 = Tændspænding ved igangværende motor
- 2 = Stigning ved gasgivning
- 3 = Et tændrørskabel aftaget
- 4 = Tændspole-tomgangsspænding
- 5 = Reserve

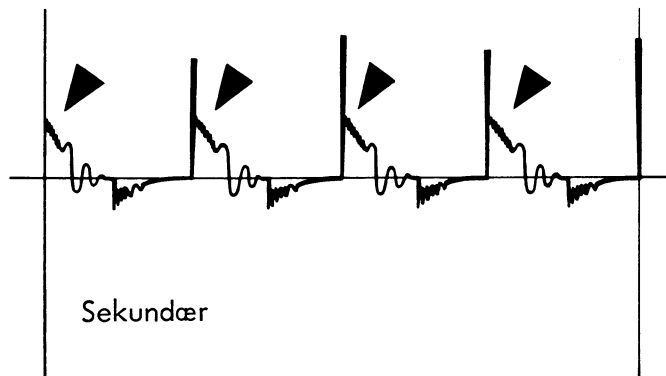


Kontrol af
modstanden i
sekundærkredsen

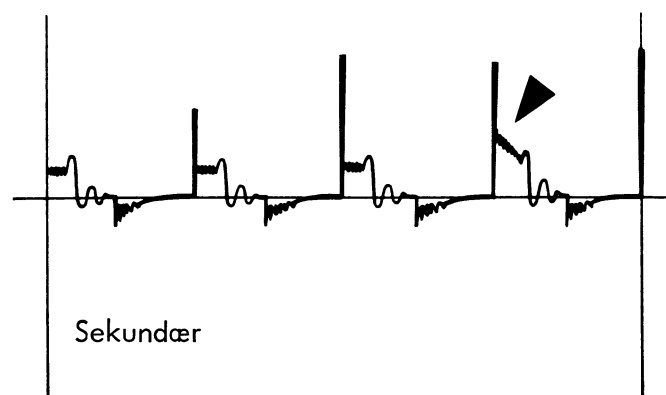
En vandret gnistlinie viser, at der ikke er indbyggede modstande i sekundærkredsløbet.

Den lovpligtige støjdæmpning bevirker svagt hældende gnistlinier. Stærkt hældende gnistlinier skyldes for stor modstand i sekundærkredsen.

Fejl på alle cylindre skyldes for stor modstand fra tændspolen til og med rotoren.

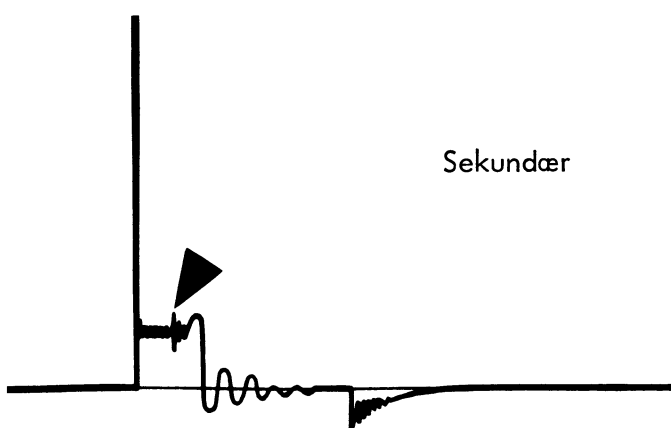


Fejl på en eller enkelte cylindre skyldes for stor modstand i eller efter strømfordelerdækslet.



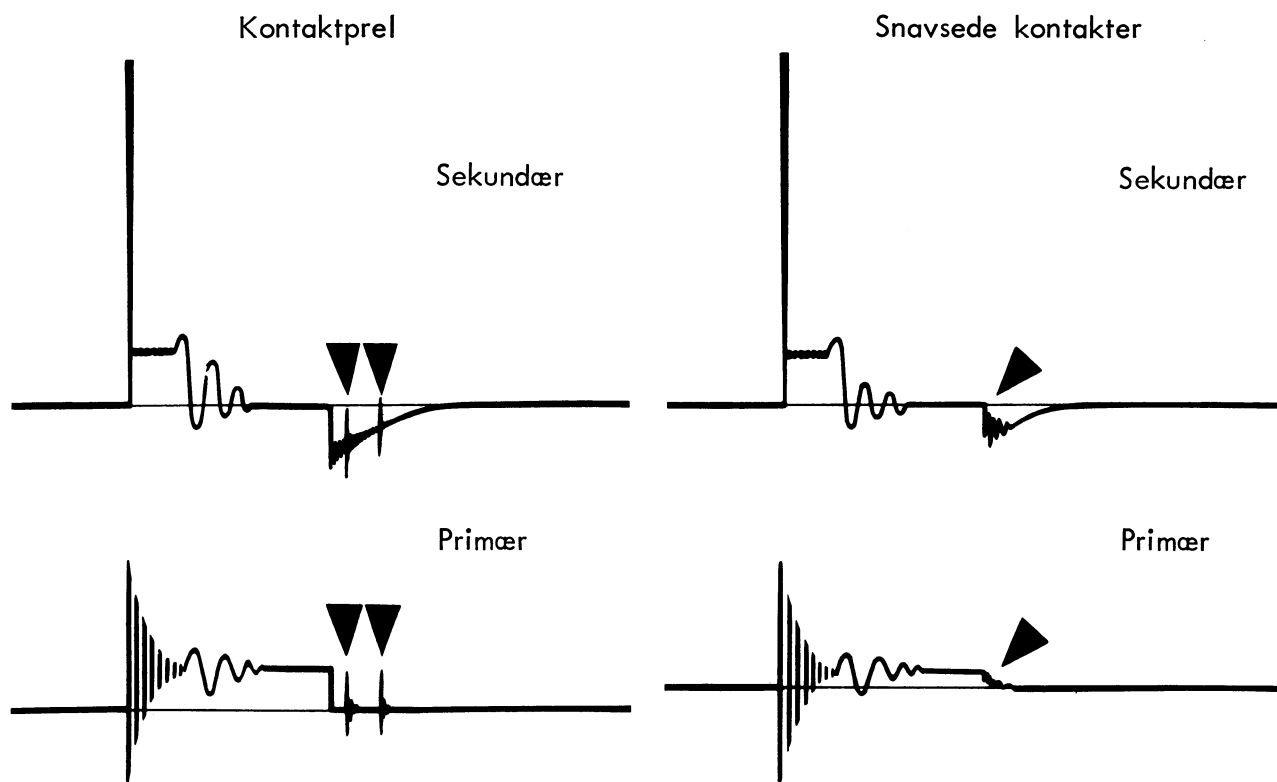
Tilsmudsede
tændrør

Stærkt tilsmudsede tændrør bevirker, at gnistlinien bliver tykkere samt overlejret med mindre svingninger.

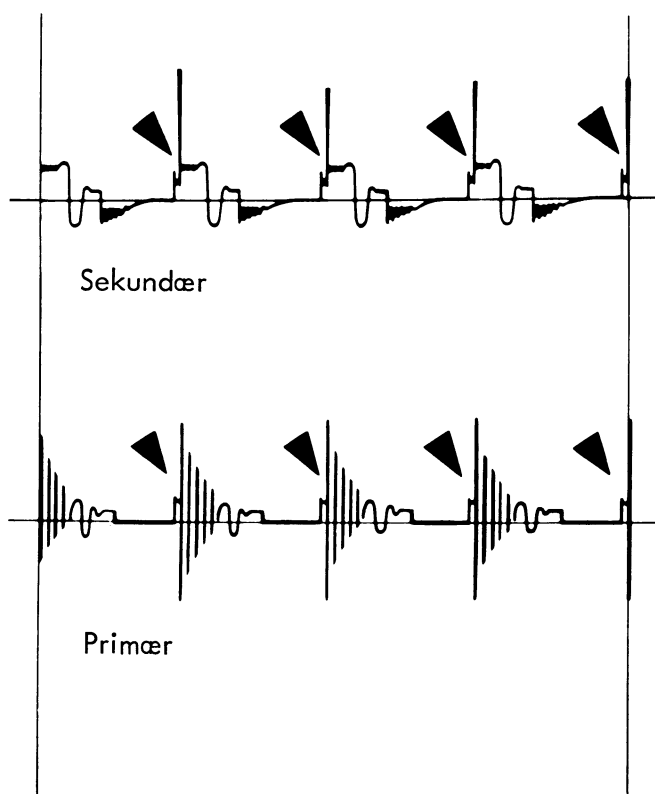


Kontrol af strøm-
fordelerkontakters
funktion

Snavsede og brændte strømfordelerkontakter bevirker af-
vigelser på oscilloskopkurverne ved kontakternes lukke-
tidspunkt.



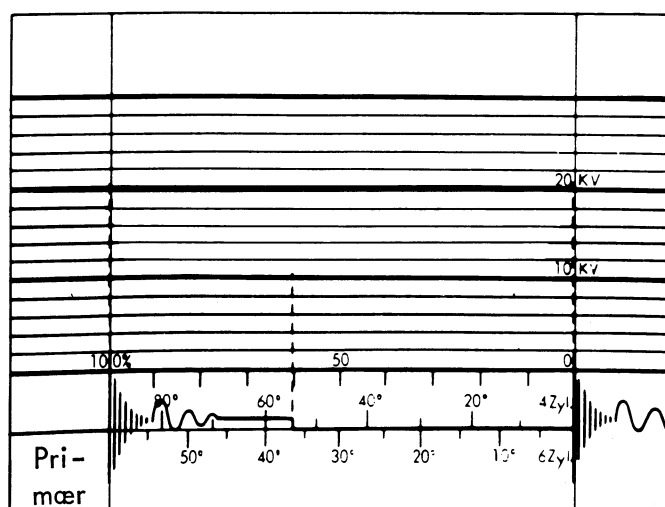
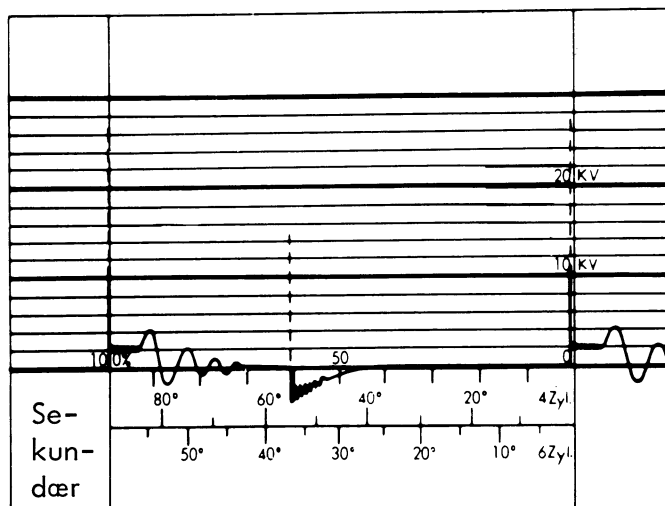
En defekt kondensator med f.eks. for stor seriemodstand
bevirker gnistdannelse ved kontakternes åbning.



Kontrol af
kamvinkel

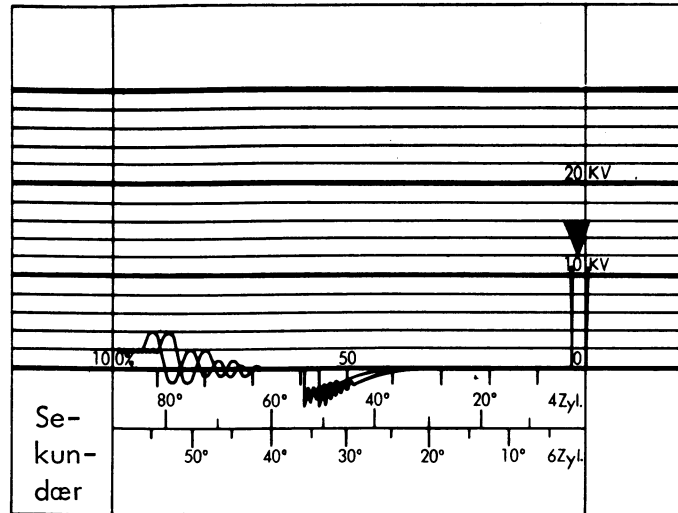
De enkelte cylindres kamvinkel kan aflæses på oscilloskopets kurver.

Det er ved denne måling vigtigt, at kurven er justeret i den rigtige længde i forhold til skalaen.



Ved at placere billederne over hinanden kan kamvinkelvariationen aflæses direkte.

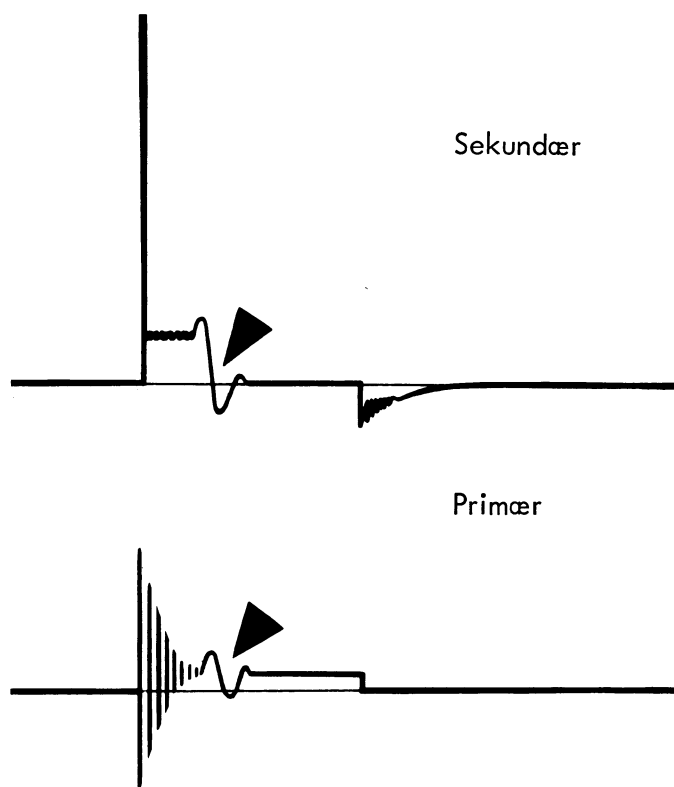
Kamvinkelvariationen må normalt ikke overstige ca. 2° af hensyn til tændingstidspunktet.



Kontrol af
spole og
kondensator

Svingningerne, der ses på oscilloskopets kurver, fremkommer ved sammenspiilet mellem tændspolen og kondensatoren.

Defekt tændspole og kondensator medfører derfor manglende eller stærkt formindsket antal svingninger.





Krav til tændingsanlæg

Der stilles stadig større krav til benzinmotorerne og deres tændingsanlæg.

Kravene er bl.a.:

1. Mindre serviceomkostninger og servicefri biler.
2. Større driftsikkerhed.
3. Mindre forurening.
4. Bedre benzinøkonomi.

Spoletænding med mekaniske kontakter giver gode tændingsforhold ved et gnisttal op til ca. 21 000 per minut og en højspænding på mellem 10 kV og 25 kV.

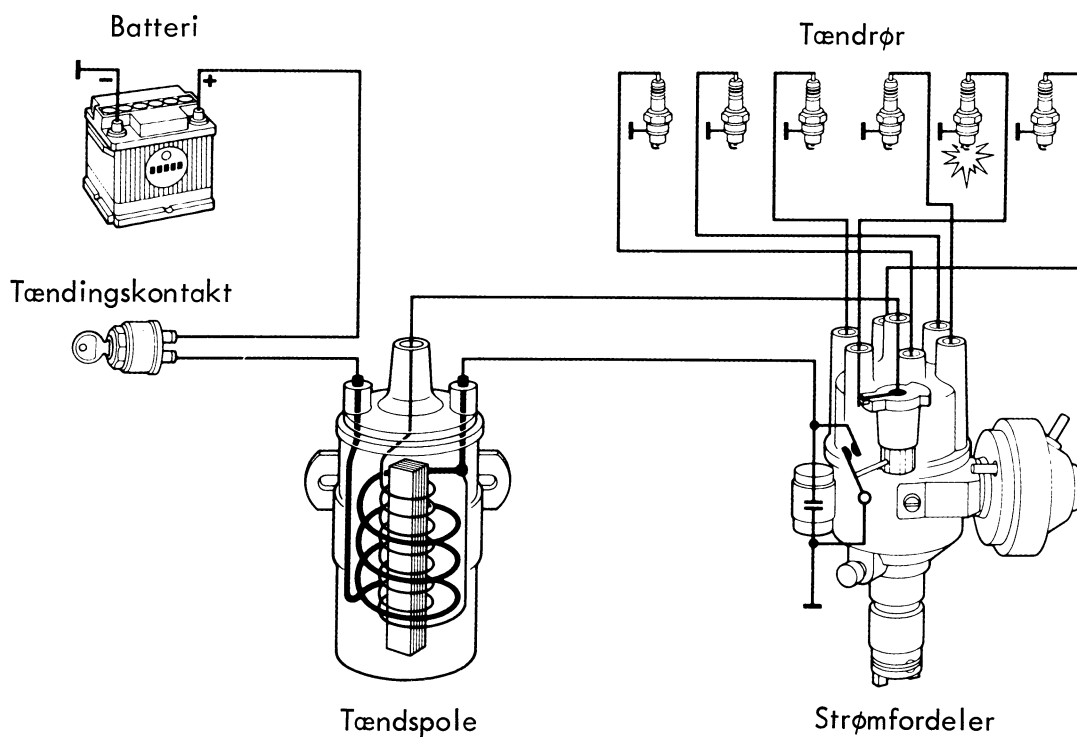
Det svage punkt i dette tændingsanlæg er strømfordelerkontakterne. I perfekt justeret tilstand virker de tilfredsstillende under normale kørselsforhold.

De kan dog bevirke tændingssvigt ved lav åbningshastighed under start og kontaktprel ved høj hastighed.

Strømfordelerkontakterne har endvidere den svaghed, at afbryderknasten slides, og at der sker en konstant materialevandring fra den ene kontakt til den anden og en afbrænding af kontakterne således, at modstanden over kontakterne forøges.

Dette bevirker, at kontaktafstanden ændres, og tændingstidspunktet ændres, samtidig falder tændingsenergien.

Resultatet er mindre motoreffekt og dårligere benzinøkonomi samt et regelmæssigt behov for service og justering af tændingsanlægget, endvidere risiko for motorstop og startvanskeligheder, hvis serviceintervallerne ikke overholdes.

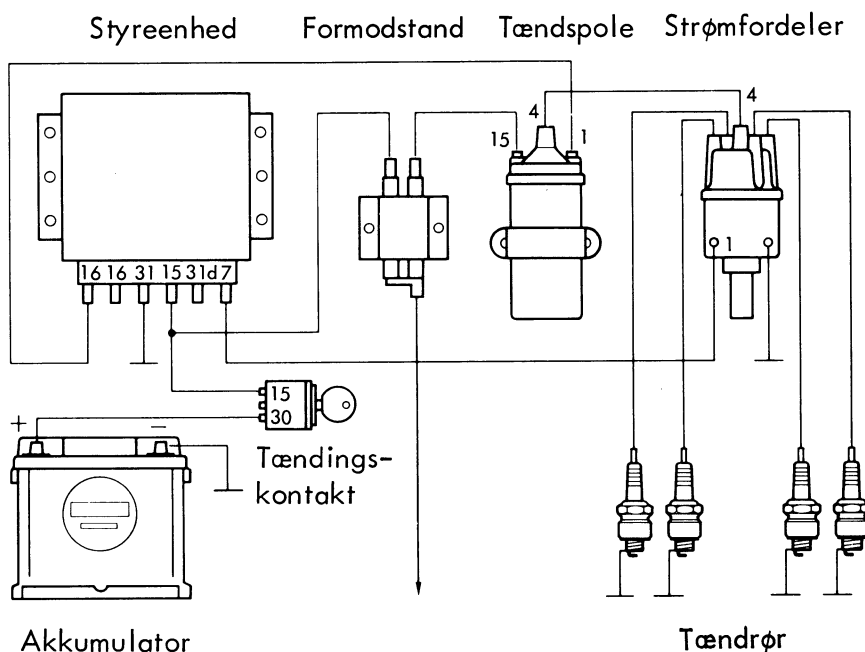




Elektronisk spoletænding

Elektronisk spoletænding giver en hurtig afbrydelse af primærstrømmen under alle forhold og ingen ændring af kamvinkel og tændingstidspunkt. Vedligeholdelsen er derfor nedsat til et minimum.

Det elektroniske spoletændingsanlæg består af akkumulator, tændspole, ofte med formodstand, strømfordeler, styreenhed og tændrør.

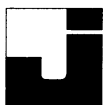


Strømfordeler

Strømfordelerkontakterne og kondensatoren er erstattet af en impulsgiver i strømfordeleren samt en elektronisk styreenhed. Impulsgiverens opgave er at afgive styresignaler til styreenheden. Styresignalerne afgives på de tidspunkter, hvor primærstrømmen skal slutes og afbrydes.

Impulsgiveren styrer således:

1. Hvornår primærstrømmen skal flyde.
2. Kamvinklen.
3. Tændingstidspunktet.

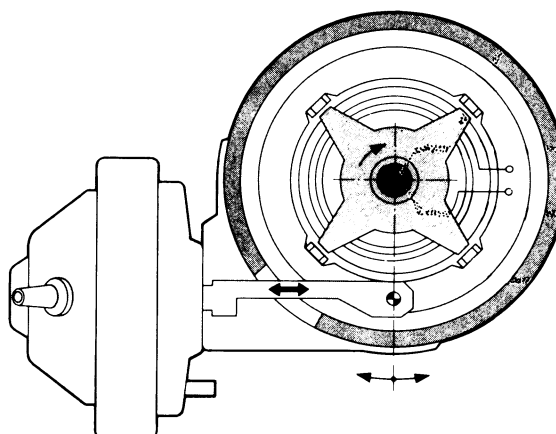
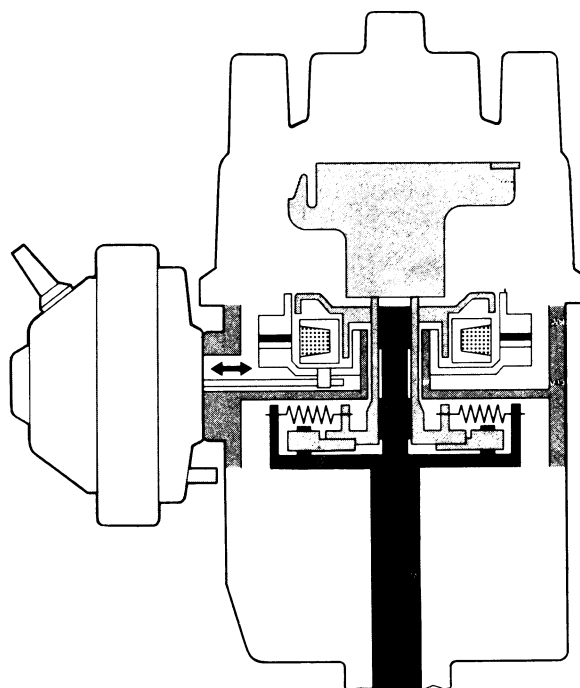


Impulsgiveren er en elektronisk enhed, der normalt er udformet som enten en induktionsimpulsgiver eller en Hall-impulsgiver.

Ved en Hall-impulsgiver kan tændingstidspunktet normalt justeres både statisk og dynamisk.

Ved induktionsimpulsgivere skal tændingstidspunktet normalt justeres dynamisk.

Tændingsreguleringen foregår ved elektronisk styret spole-tænding med en centrifugalregulator og en vakuumregulator ligesom ved kontaktstyret spoletænding.





Styreenhed

Styreenheden er en elektronisk enhed. Styreenhedens opgave er at slutte og afbryde primærstrømmen på de rigtige tidspunkter efter styreimpulser fra impuls giveren i strømfordeleren.

Styreenhed monteret på bilens inderskærm



Tændspole

Ved en del tændingsanlæg anvendes samme tændspole til elektroniske og mekaniske styrede spoletændingsanlæg.

Ved nogle tændingsanlæg anvendes en speciel tændspole, og ved andre kan der monteres en speciel spole som ekstra udstyr.

De specielle tændspoler er i princippet opbygget på samme måde som tændspoler til mekanisk styret spoletænding.

Forskellen består normalt i, at primærviklingen har færre og tykkere viklinger og er forsynet med formodstand.

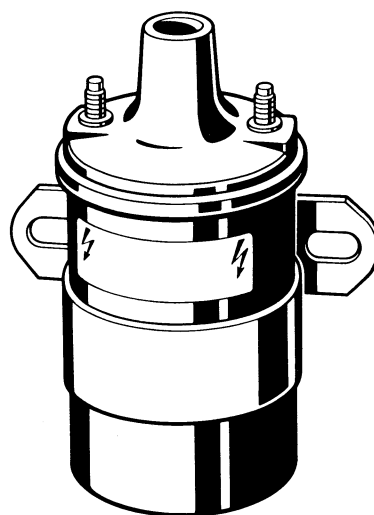
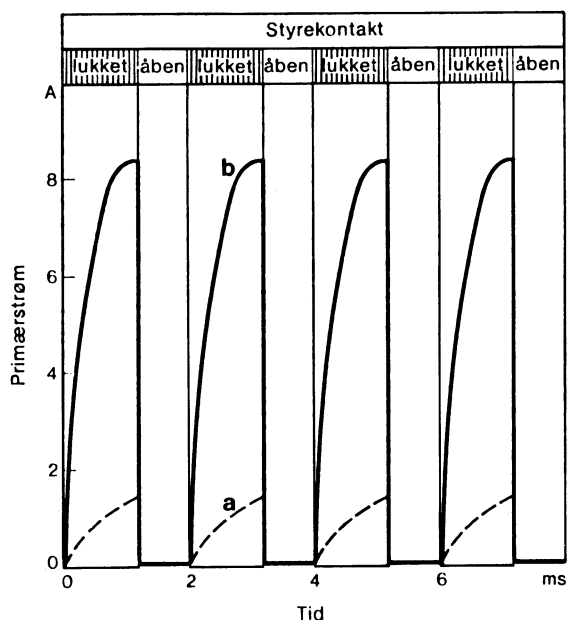
Herved opnås blandt andet:

1. At tændspolen er hvilestrømssikker.
2. At styreenhedens mulighed for at slutte og afbryde en stor primærstrøm, f.eks. 6 A mod det normale ca. 4 A, udnyttet, således at tændenergi og tændspænding kan forøges.
3. En hurtigere opbygning og afbrydelse af primærstrømmen på grund af mindre induktivitet. Det vil sige, at selvinduktionen i primærviklingen er mindre.



Den hurtigere opbygning af primærstrømmen bevirker, at tændspolen bedre kan følge med ved høje omdrejningstal.

Kurve over primærstrømmens forløb ved 7500 omdrejninger på en 8-cylindret motor ved standard tændspole a og ved en tændspole med særlig lille inductivitet b.

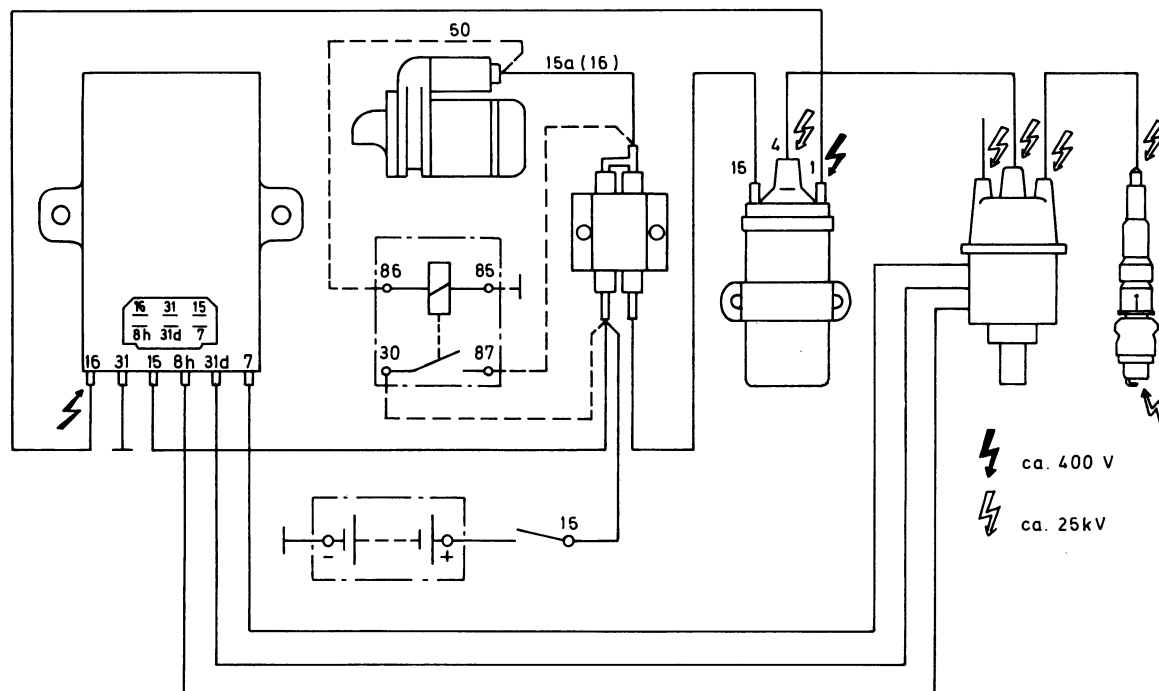




Ulykkesrisiko ved elektroniske tændingsanlæg

Elektroniske tændingsanlæg har en langt større tændings-effekt end normale tændingsanlæg.

Effekten er så høj, at det er livsfarligt at røre ved frit-liggende klemmer og andre spændingsførende dele i både primær- og sekundærkredsen.



Sikkerheds- foranstaltninger

Tændingen skal afbrydes, før man begynder at arbejde på et elektronisk tændingsanlæg.

Dette gælder f.eks. ved udskiftning af:

1. Tændrør
2. Tændspole eller tændingstransformator
3. Strømfordeler
4. Tændkabler
5. Styreenhed

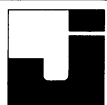
Ved tilslutning af motortestere som f.eks.:

1. Kamvinkel og omdrejningstællere
2. Tændingspistoler
3. Oscilloskoper

Hvis det er nødvendigt at have tændingen tilsluttet under arbejdet, skal der udvises den største forsigtighed, da de livsfarlige spændinger forekommer både ved de enkelte komponenter, ved kabler samt ved tilslutningsledninger til motortestere.

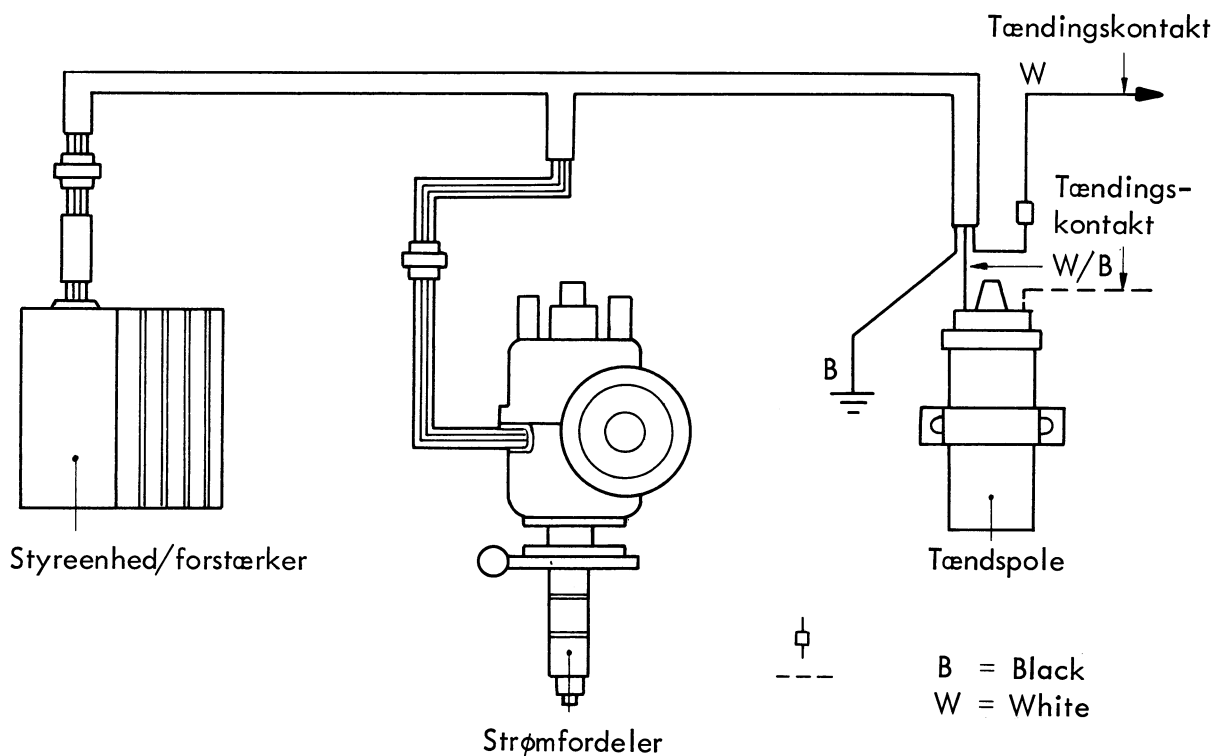
Ved afmontering af tændrørsledninger og højspændingskabler skal der altid anvendes en isolationstang.

BEMÆRK: De livsfarlige spændinger findes også i f.eks. en afmonteret styreenhed umiddelbart efter, at tændingen er afbrudt.



Opbygning

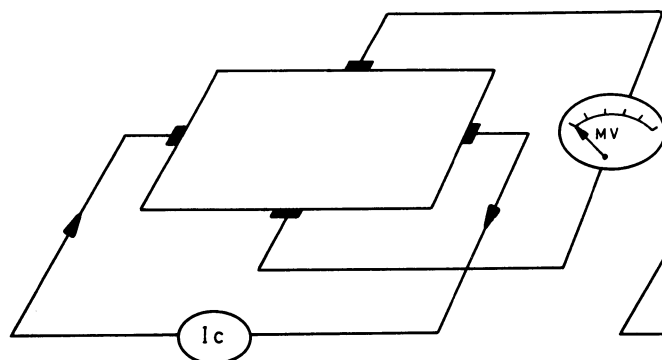
Tændingsanlægget styres af en impulsgeber i strømfordeleren. Impulsgeberen virker efter Hall-princippet.



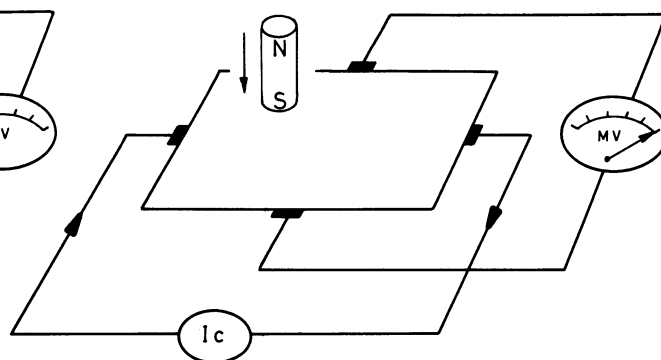
Hall-princip

Sendes en strøm gennem en tynd plade eller en halvleder, som er anbragt vinkelret på et magnetfelt, vil der opstå en lille spændingsforskel vinkelret på strømretning og magnetfelt.

Uden magnetfelt



Med magnetfelt



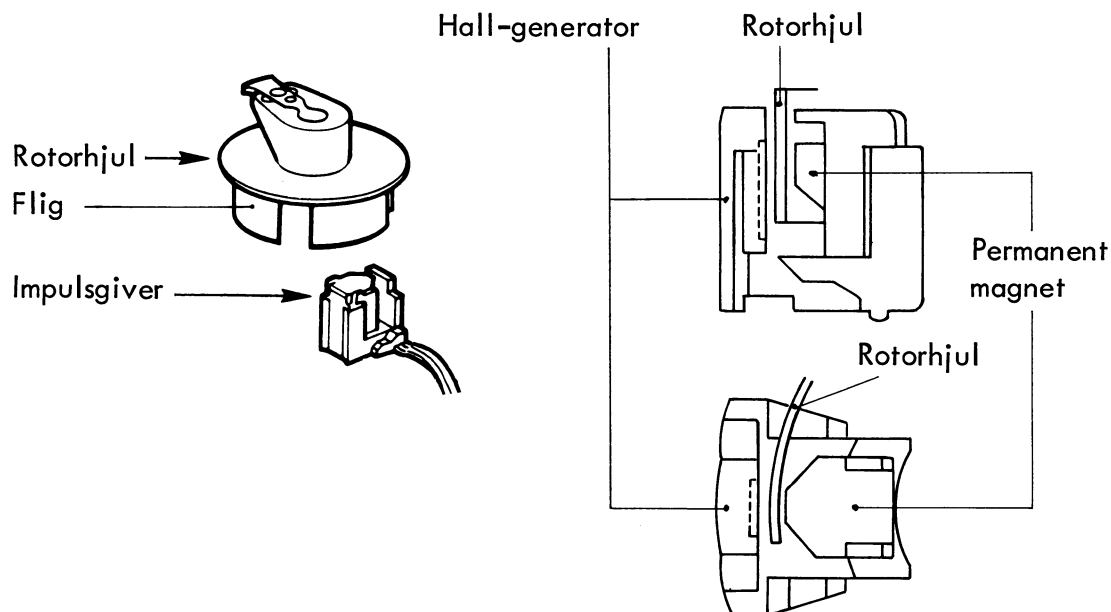


Hall-funktion

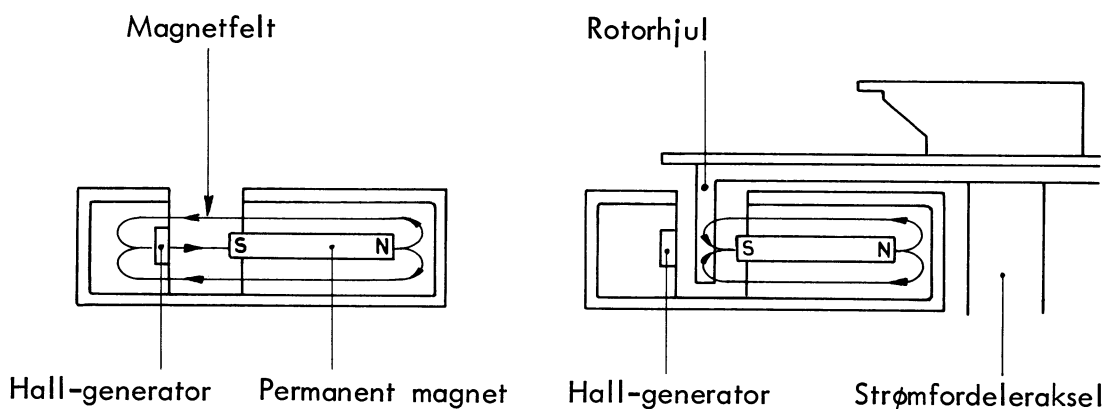
I impulsgiveren er der anbragt en permanent magnet over for en Hall-generator.

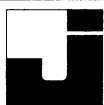
Rotoren er forsynet med et rotorhjul, som bevæges i mellemrummet mellem Hall-generatoren og magneten.

Rotorhjulet er fremstillet af blødt stål og opdelt i et antal flige, der svarer til motorens cylinderantal.



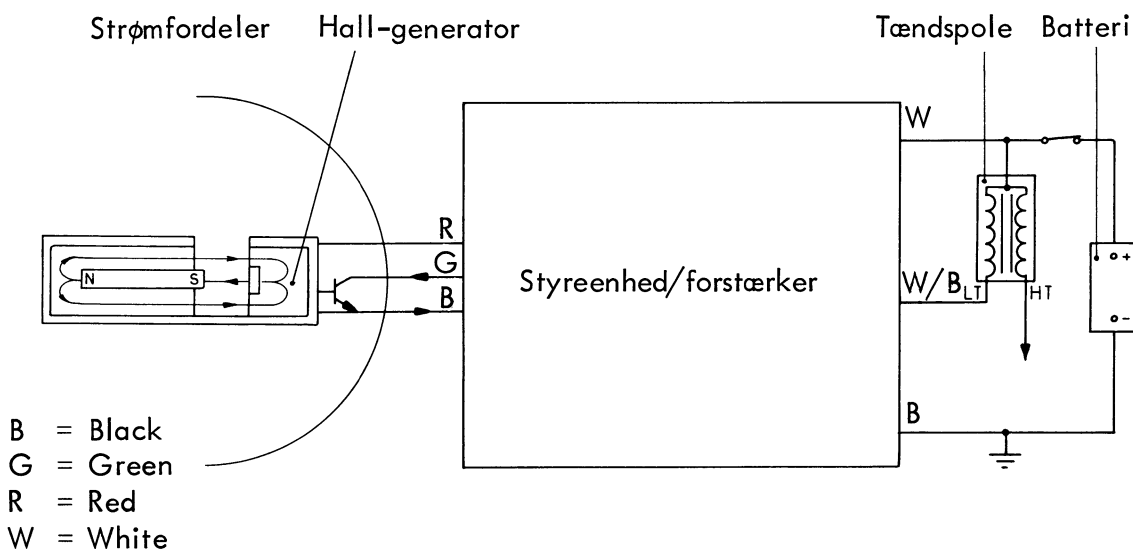
Den magnetiske påvirkning af Hall-generatoren afbrydes hver gang, en af rotorens flige passerer mellem magneten og Hall-generatoren. Tændspolens primærstrøm sluttes og afbrydes i takt med dette.





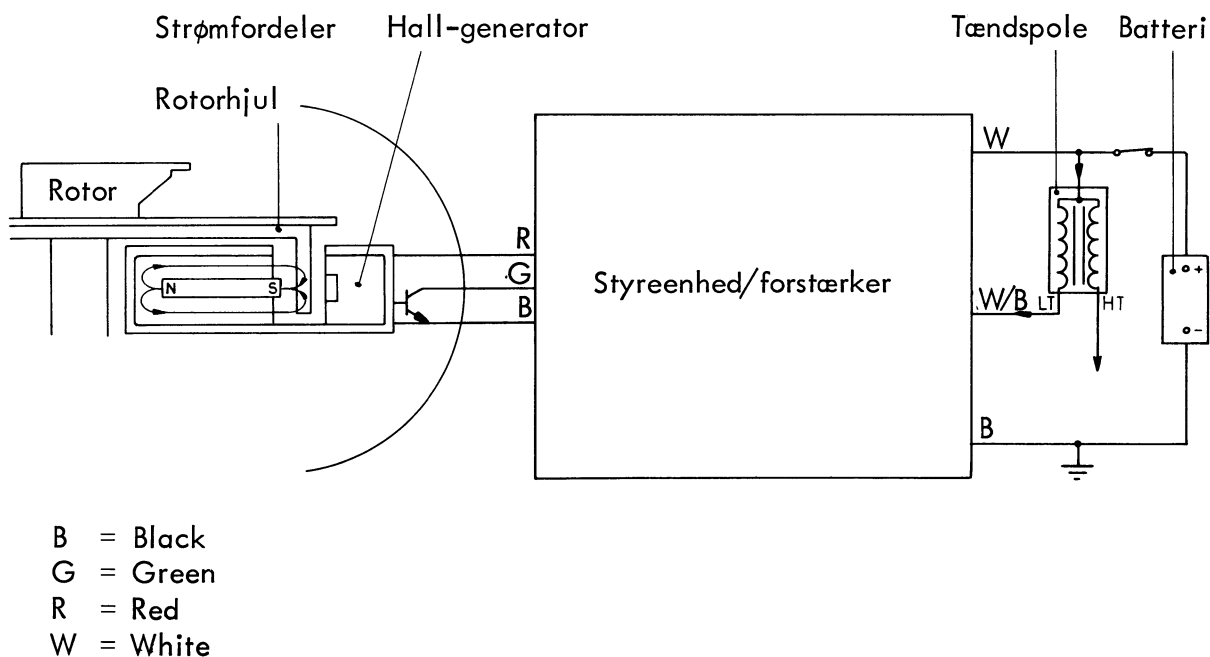
Der flyder strøm fra impulsgiveren til styreenheden, når Hall-generatoren påvirkes af magnetfeltet.

Strømmen til styreenheden bevirker, at denne afbryder primærkredsløbet til tændspolen.



Strømmen til styreenheden afbrydes, når en flig fra rotorhjulet afbryder magnetfeltet, der påvirker Hall-generatoren.

Styreenheden slutter derved primærstrømmen til tændspolen.



Monterings-
vejledning

Ved montering af elektronisk tændingsanlæg bør fabrikan-
tens monteringsvejledning følges for at sikre et godt resul-
tat.

Eksempel på monteringsvejledning til Lucas kontaktløs
tænding.

Lucas kontaktløs elektronisk tænding (kun til 12v. ÷ til stel)

Læs den følgende monteringsvejledning omhyggeligt, inden mon-
teringen påbegyndes. Selv om monteringen er simpel, bør man
være omhyggelig med udskiftningen af især strømfordelerens kom-
ponenter, da dette sikrer et korrekt og godt tændingssystem.

Dette elektroniske tændingssystem er leveret som to sæt:

- (I) Hovedsæt - passer til alle bilmærker
- (II) Fordelersæt - indeholder de nødvendige dele for at ændre
den individuelle strømfordeler

ADVARSEL

Tændingssystemet inducerer meget høje spændinger, der kan være
farlige. Ved siden af risikoen for elektriske stød, kan ukon-
trollerede bevægelser af kroppen forårsage, at f.eks. en hånd
kommer ind i ventilatorvingen. Vær derfor meget forsigtig, når
der arbejdes på tændingssystemet med tændingsnøglen sluttet.

MONTERING AF FORSTÆRKEREN

1. Afbryd forbindelsen til batteriet.
2. Monter forstærkeren, så ledningsnettet til tændspolen og
fordeleren er så langt, at motorrystelser ikke trækker i
ledningsnettet. Vælg en godt ventileret flade, der er fri
for vandsprøjt og mindst 300 mm fra udstødningssystemet.
3. Brug forstærkeren som opmærkningsplade og afmærk de to fast-
spændingshuller.
4. Fjern forstærkeren og bor de to huller. De anbefalede dia-
metre er:

Fastgørelse med bolt og møtrik - 5,0 mm
Fastgørelse med selvskærende skruer - 3,0 mm

NB Bolte og møtrikker foretrækkes, men selvskærende skruer kan
bruges.
5. Monter forstærkeren.

MONTERING AF FORDELERENS KOMPONENTER

1. Aftag strømfordelerdækslet med højspændingsledningerne og fjern følgende:

- (I) Rotorarm
- (II) Beskyttelsesdæksel (hvis monteret)
- (III) Kontaktsæt
- (IV) Kondensator
- (V) Lavspændingsledning med isolationsbøsning og gennemføring
- (VI) x Stelledning/er, hvis monteret

x Nittede eller punktsvejsede stelledninger kan blive siddende i fordeleren, forudsat de ikke kan komme i berøring med rotor/vinge.

Punkterne 2 - 6 refererer til illustrationen på bagsiden af fordelerstøtten. Vær sikker på, at alle komponenterne er monteret nøjagtigt som vist.

NB I nogle fordelere bruges ikke alle delene, som er med i hovedstøtten.

2. Læg ledningen (3 leder) i den aflange kanal i impulsgiveren til den side udføringshullet er i fordeleren. (Se fig. 4).
3. Monter impulsgiveren på grundpladen ved hjælp af vedlagte skrue.
 - (I) Tappene på impulsgiveren skal gå ned i grundpladen.
 - (II) Ledningerne fra impulsgiveren skal ligge dybt i kanalen, så de ikke klemmes i stykker ved fastspændingen af impulsgiveren.
4. Monter spiralisolationen (hvis vist) omkring de tre ledninger mellem impulsgiveren og fordelers udføringshul. Afskær isolationen i den nødvendige længde.
5. Monter ledningsholderen (hvis vist) over ledningen og isæt holder og impulsgiver/grundplade med de originale skrue fra kontaktsættet. Fjern alle planskiver fra skrueerne.
Fastgør ikke skrueerne endnu.
6. Monter gennemføringen (hvis vist) i udføringshullet i fordeleren. Stik ledningerne gennem gennemføringen, sammen med P.V.C. hylsen.
7. Sæt indstillingsdækslet over impulsgiveren. (Se fig. 5).



8. Monter rotor/vingen på fordelerakslen og juster impulsgiveren, så vingen kan passere frit gennem den lodrette udskæring i indstillingsdækslet.

FJERN IKKE SØLV/METAL MALINGEN PÅ ROTOR/VINGEN

9. Løft rotor/vingen af akslen.

TRÆK IKKE I DET SORTE BESKYTTELSESSKJOLD

10. Skrueerne til impulsgiveren og ledningsholderen strammes. Hvis metalledningsholder bruges, trykkes holderen let om ledningerne, så disse holdes fast.
11. Aftag indstillingsdækslet og monter rotor/vingen. Check om vingen passerer frit gennem udskæringen i impulsgiveren.
12. Skub tyllen ind over ledningen til impulsgiveren (se fig. 7).
13. Vær sikker på:
- (I) at rotor/vingen ikke berører impulsgiveren eller andre komponenter inde i fordeleren. Dette kan gøres ved at dreje motoren manuelt eller bruge startmotoren,
 - (II) at ledningerne fra impulsgiveren er fri af skarpe kanter, der kan forårsage gennemgnavning af isolationen,
 - (III) at ledningerne ikke bliver for korte, når vacuumheden arbejder (hvis monteret).
14. Monter fordelerdækslet.

FORSTÆRKERENS LEDNINGER

1. Tilslut det sekspoledede stik fra forstærkeren med det tilsvarende stik på ledningsnettet. Vær sikker på, at stikkene er helt sat sammen.
2. Fastgør ledningerne til det eksisterende ledningsnet. Fastgør hver side af multistikket (se fig. 6).

STRØMFORDELERENS LEDNINGER

1. Indsæt de tre ledninger (rød-grøn og sort) fra impulsgiveren i det trepoledede stik, så farverne passer til stikket i ledningsnettet (se fig. 7).
Pindene skal være trykket helt i bund i stikket, så de låser.
IMPULSGIVEREN BLIVER ØDELAGT, HVIS LEDNINGERNE MONTERES FORKERT
2. Tilslut det trepoledede stik fra impulsgiveren til det tilsvarende stik i ledningsnettet. Stikkene skal være helt trykket sammen og låst.
3. Fastgør stikket til motoren.

TÆNDSPOLENS LEDNINGER

1. Aftag ledningen til fordeleren og fastgør den til ledningsnettet med tape.
2. Tilslut de tre ledninger fra ledningsnettet som følger:

- (I) sort ledning til en god stelforbindelse (-)
- (II) hvid/sort ledning til tændspolen, hvor ledningen til fordeleren før sad
- (III) hvid ledning + 12V (ikke sikret) styret af tændingsnøglen (se fig. 3)

Hvis der er tvivl om + 12V tilslutningen, kan dette ses på vognens ledningsdiagram.

- NB a) Ekstra ledningsforbindelser skal loddes og isoleres.
b) På tændspolens udføringer kan monteres tobladede Lucar (se fig. 8)

3. Tilslut batteriet.

DYNAMISK TÆNDINGSINDSTILLING

Når det er muligt, skal tændingen indstilles med en stroboscoblampe (f.eks. Niehoff T66).

STATISK TÆNDINGSINDSTILLING

1. Drej motoren til den er ud for tændingsindstillingsmærket. (Se køretøjets håndbog).
2. Løsgør fordelers fastgøringsbolte.
3. Tilslut en prøvelampe mellem spolens sort/hvide ledning og stel.
4. Tilslut tændingen.
5. Drej fordelers hus omkring 30° samme vej som fordelerakslen drejer og drej derefter huset modsat, indtil prøvelampen lyser.
6. Stram fordelers fastgøringsbolte.

Endelig efterses om alle forbindelser er faste og evt. løse ledninger bliver fastgjort.

AUTO SERVICE-AFDELINGEN

Ketner

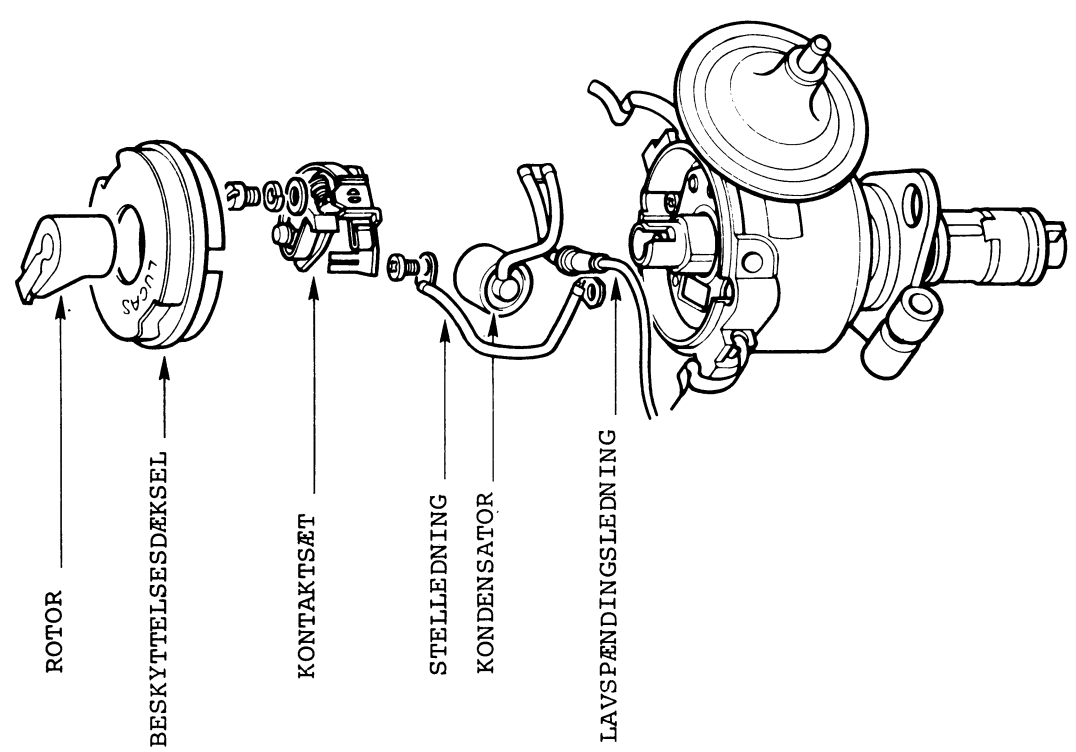


Fig. 1. Typisk strømfordeler med kontaktsæt

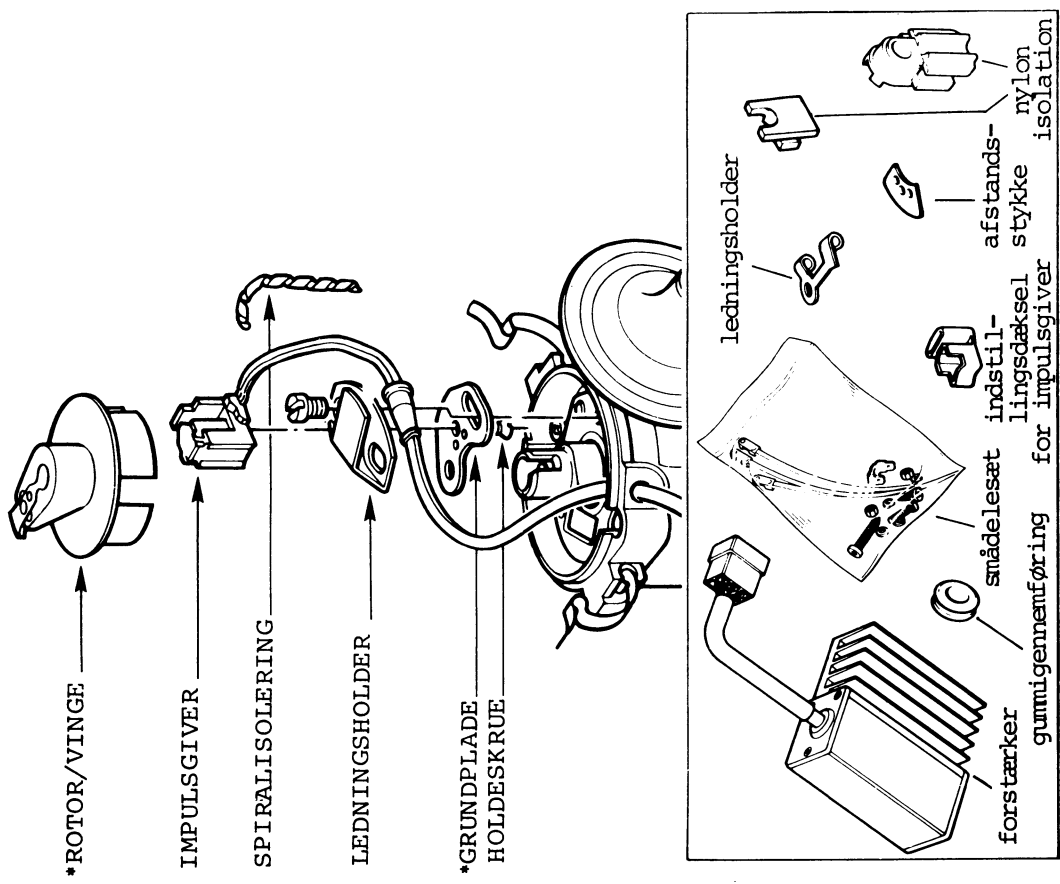


Fig. 2. Komponent identifikation
(i) ændring af typisk Lucas 45D fordeler
(ii) smådele
(iii) dele nødvendige for andre fordelere
Alle dele er leveret i hovedsættet undtagen dele
mærket x, som er dele, der leveres med fordeleret.

SYMBOLNØGLE	
1	Til 12V ikke sikret tænd.nøgle
2	Eksisterende omdrejningsviserledning (hvis monteret)
B	Sort
W	Hvid
---	Stik
---	Eksisterende ledning

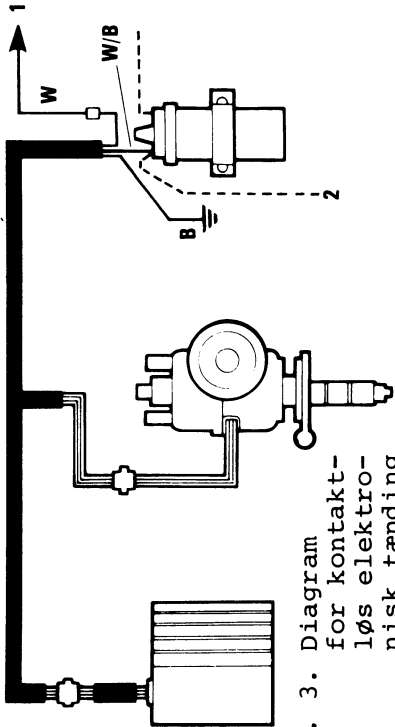


Fig. 3. Diagram for kontakt-løs elektrok nisk tænding

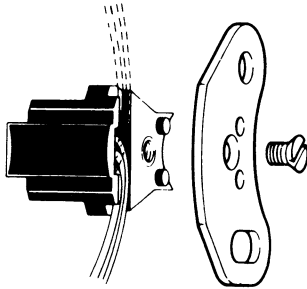


Fig. 4. Grundplade og impulsgiver

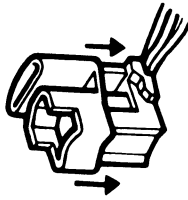


Fig: 5, Impulsgiver og indstillingsdæksel

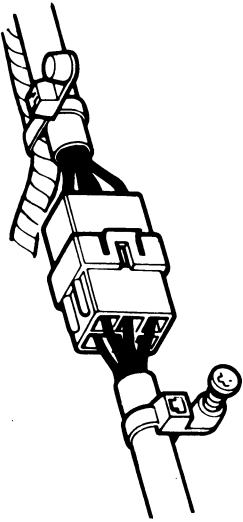


Fig. 6. Fastgørelse af forstærkerledning/stik

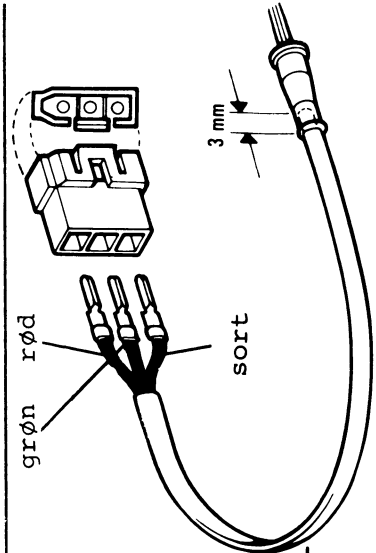


Fig. 7. Montering af impuls-giverled-ninger i stik

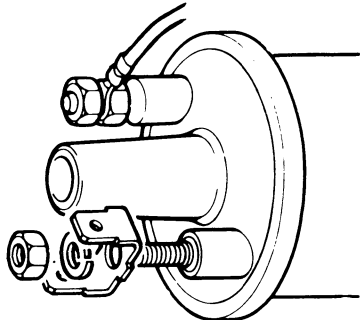


Fig. 8. Montering af tobladet Lucas



Testprocedure

Følgende fremgangsmåde kan anvendes:

Test 1 - Kontrol af gnisten

Aftag tændspolens midterkabel fra strømfordelerdækslet og hold kablet ca. 6 mm fra stel.

Aktiver starteren og bedøm gnisten.

Er gnisten i orden, fortsættes med test 8.

Er gnisten ikke i orden, fortsættes med test 2.

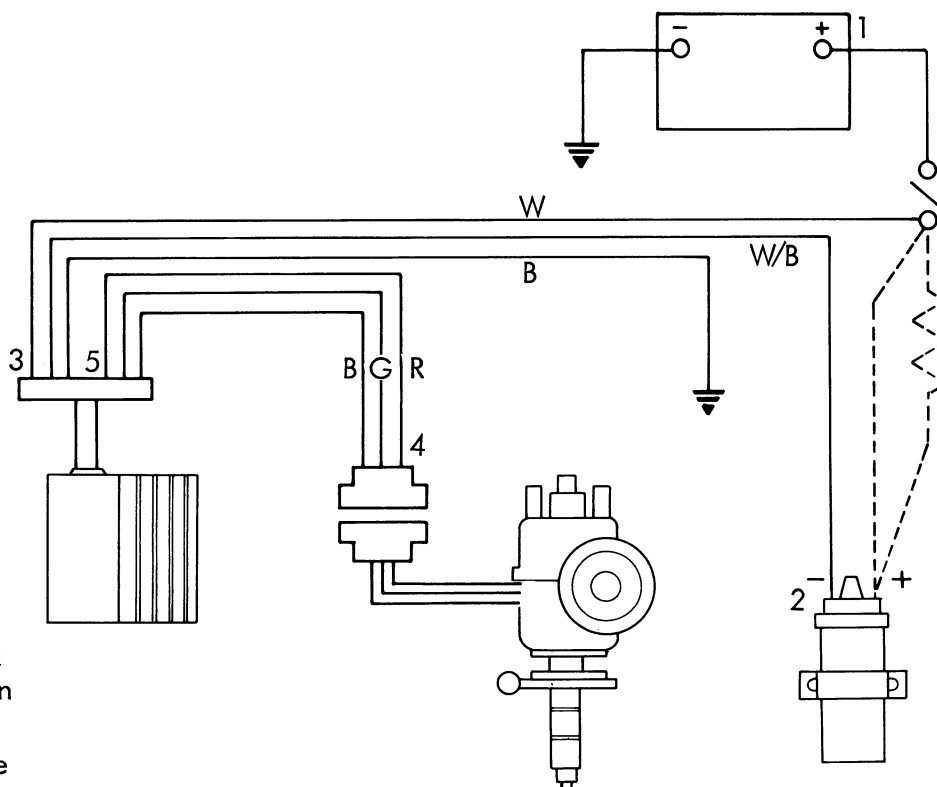
Test 2 - Statisk kontrol af forstærkeren

Afbryd det 3-polede stik mellem forstærker og strømfordeler.

Mål spændingerne ved punkterne 1 til 5.

Spænding ved punkt	Skal være	Fejl
1	Mere end 11,5 V	Mindre - akkumulator afladet
2	Mindre end 1,8 V	Højere - defekt forstærker
3	Maks. 1 V lavere end spænding ved punkt 1	Lavere - spændingstab i forbindelser
4	Maks. 2,5 V lavere end spænding ved punkt 1	Lavere spænding - defekt forstærker
5	0 til 0,1 V	Højere spænding - kontroller forstærkerens stelforbindelse

Er alle måleresultaterne i orden, fortsættes med test 3.



B = Black
G = Green
R = Red
W = White



Test 3 - Statisk kontrol af forstærkeren

Forbind midlertidig grøn og sort ledning ved det 3-polede stiks forstærkerside.

Mål spændingen ved tændspolens stelside.

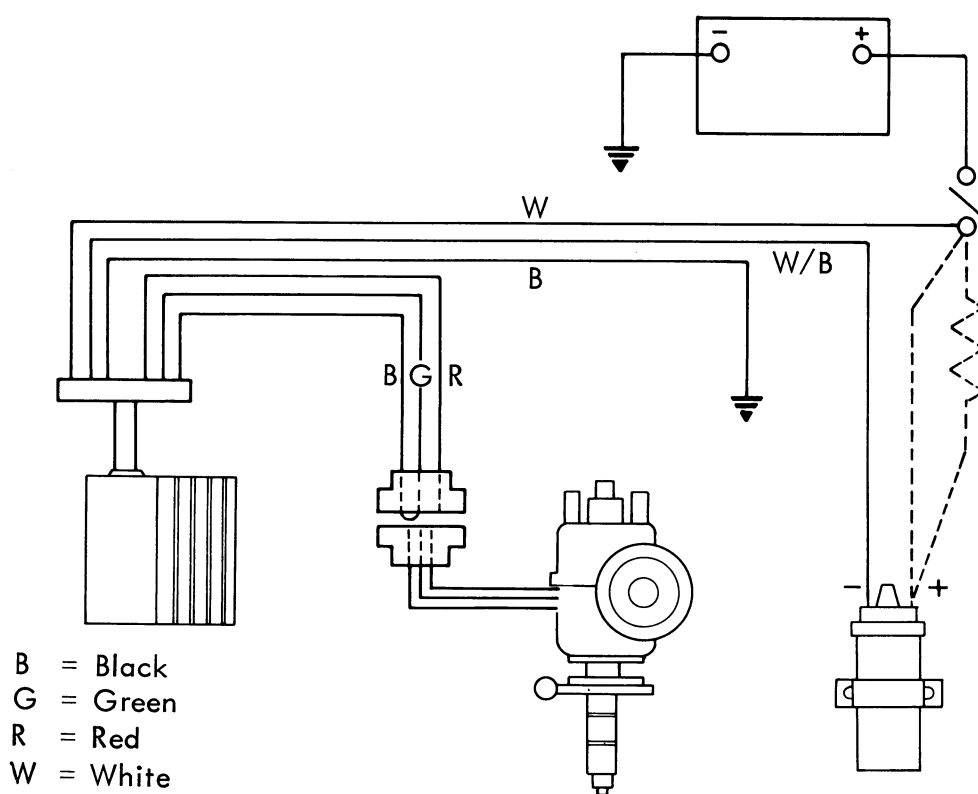
Den aflæste spænding må maks. være 1 V lavere end akkumulatorspændingen.

Er spændingen lavere, kontrolleres spolen.

Er spolen i orden, er forstærkeren defekt.

Er spændingen korrekt, fjernes forbindelsen mellem grøn og sort ledning, og stikket samles.

Der fortsættes med test 4.



Test 4 - Rotorhjulets stelforbindelse

Afmonter strømfordelerdækslet og mål modstanden mellem rotorhjulet og stel.

Modstanden skal være mindre end 50 ohm.

Ved større modstand udskiftes rotorhjulet.

Monter strømfordelerdæksel.

Ved korrekt måleresultat fortsættes med test 5.

Test 5 - Kontrol af styreenhed

Mål spændingen på tændspolens stelside.

Aktiver starteren.

Spændingen skal svinge et sted mellem 2,5 og 5 volt.

Ved ukorrekt måleresultat udskiftes impulsgiveren i strømfordeleren.

Ved korrekt måleresultat fortsættes med punkt 6.



Test 6 - Kold startprøve - kun ved tændspoler med for- modstand

Mål spændingen på tændspolens +tilslutning.

Aktiver starteren.

Spændingen skal stige. Er dette ikke tilfældet, kontrolleres spændingen på starteren.

Er måleresultatet i orden, fortsættes med test 7.

Test 7 - Kontrol af tændgnisten

Afmonter tændspolens midterkabel.

Monter et prøvekabel til tændspolen og hold den anden ende af kablet ca. 6 mm fra stel.

Aktiver starteren.

Er gnisten i orden, gentages testen med det originale midterkabel.

Er der kun gnist med prøvekablet, udskiftes det originale kabel.

Er der ingen gnist med nogle af kablerne, udskiftes tændspolen.

Er gnisten i orden med det originale kabel, fortsættes med test 8.

Test 8 - Kontrol af rotor

Afmonter strømfordelerdækslet.

Hold tændspolens midterkabel ca. 3 mm fra rotoren.

Aktiver starteren.

Forekommer der gnistgennemslag, udskiftes rotoren.

Forekommer der ikke gnistgennemslag, fortsættes med test 9.

Test 9 - Almen kontrol af tændingsanlægget

Kontroller rotorhjul. Vær sikker på, at rotorhjulet ikke berører impulsgiveren eller andre komponenter i fordeleren. Kontroller, om ledninger fra impulsgiveren er fri af skarpe kanter, og om isoleringen er i orden.

Rotorhjulet må ikke have synlige skader.

Strømfordelerdæksel skal være rent, tørt og frit for revner.

Tændrørsledninger skal være rene og tørre og isolation uden beskadigelser.

Tændrør.

Tændingstidspunkt.

✓

✓

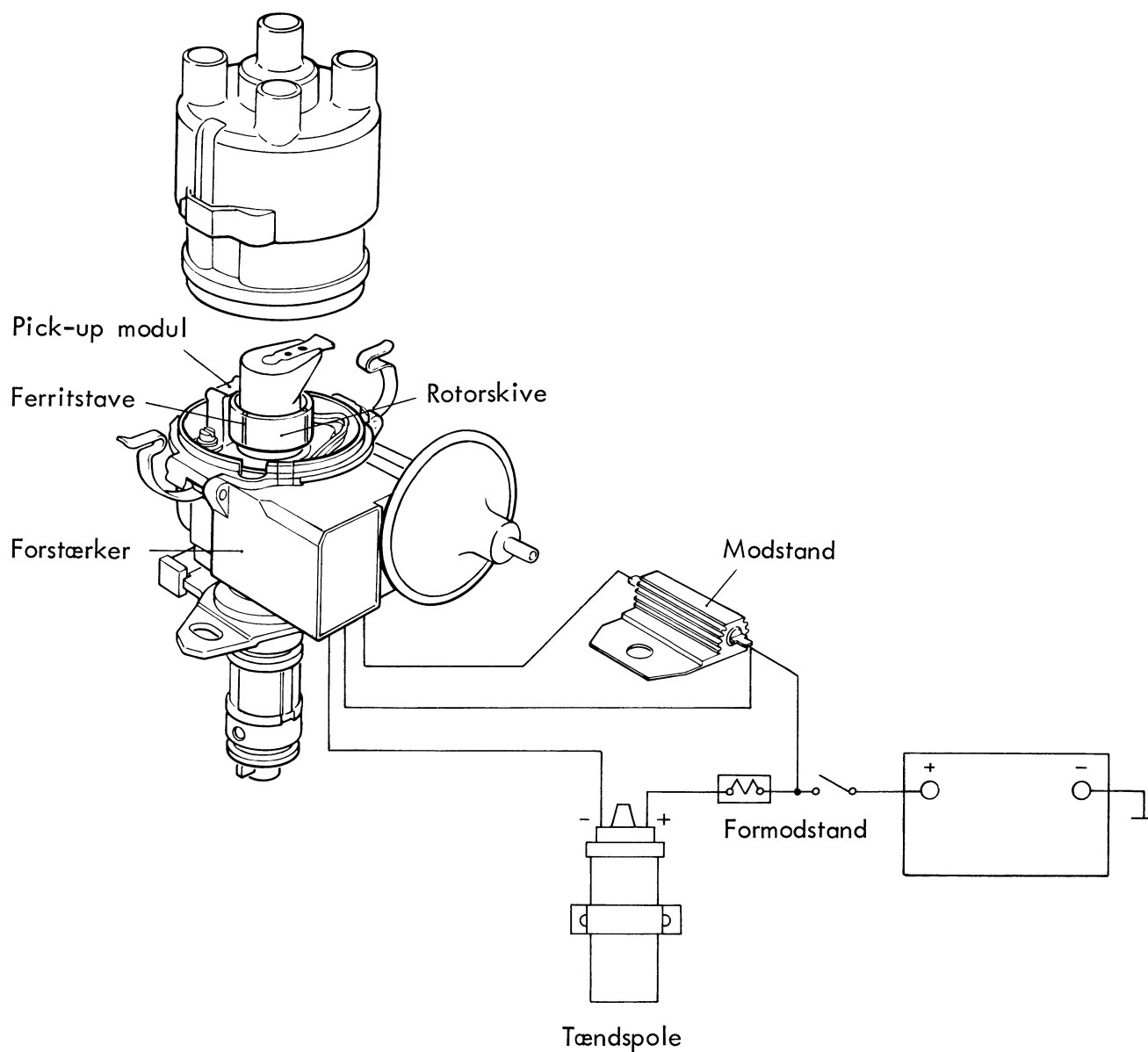
✓

✓



Opbygning

Tændingsanlægget består af en tændspole med formodstand, en strømfordeler med pick-up og forstærkerenhed samt en modstand.



I strømfordeleren er indbygget en rotorskive, en pick-up og en forstærkerenhed.

Rotorskiven er en plasticring med et antal ferritstave, der svarer til motorens cylinderantal.

Pick-up'en består af en ferritkerne med tre spoler. Den er monteret således, at de tynde ferritstave, der er monteret i rotorskivens omkreds, passerer tæt forbi pick-up'en.

Pick-up'ens opgave er at sende et signal til forstærkeren, hver gang en ferritstav passerer.

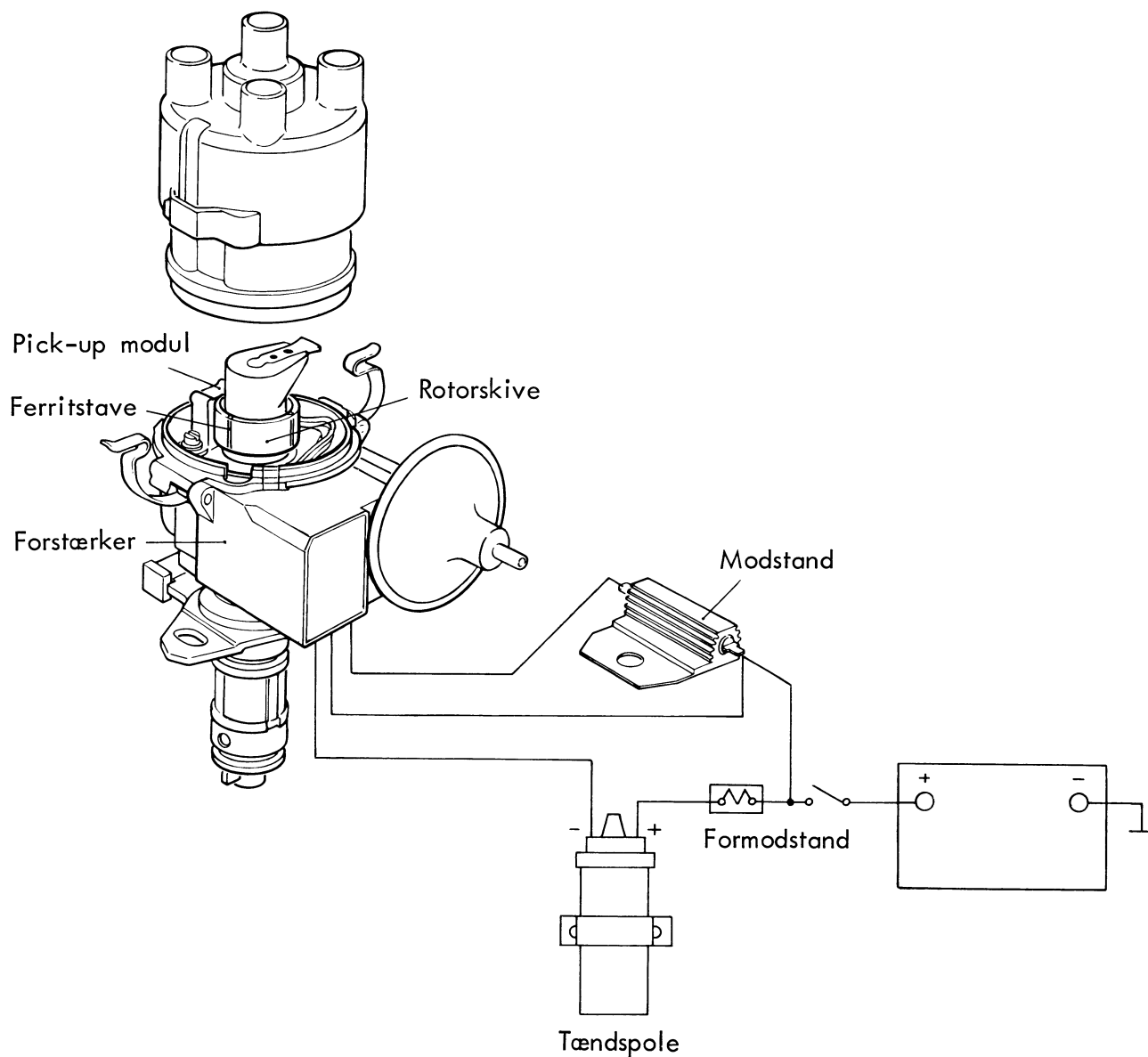


Forstærkeren er en elektronisk enhed, der styres af pick-up'en. Dens opgave er at slutte og afbryde primærkredsløbet på de rigtige tidspunkter.

Modstanden er indbygget i den ene af tilgangsledningerne til styreenheden.

Når tændingen er tilsluttet, og motoren drejer rundt, passerer ferritstavene tæt forbi pick-up'en.

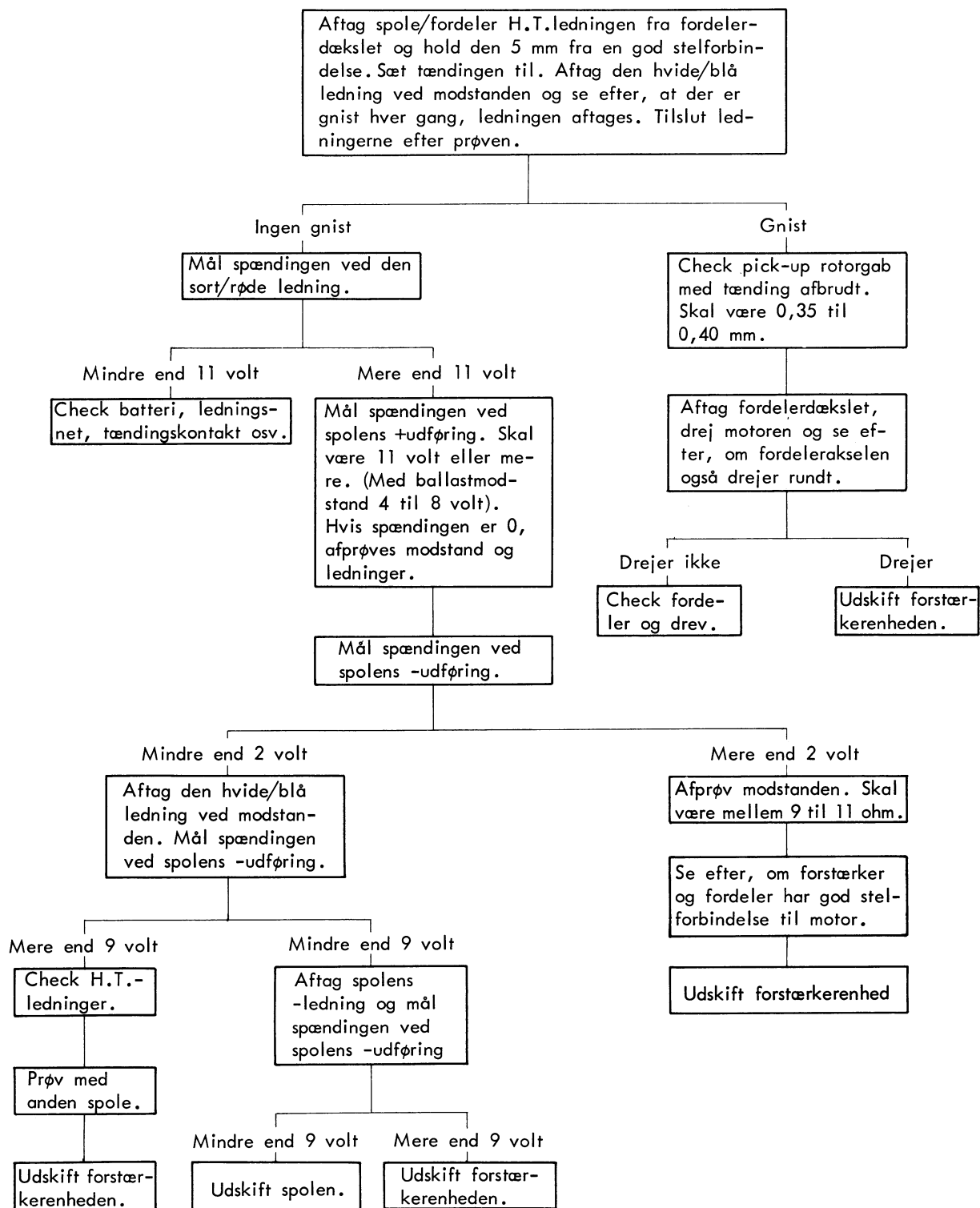
Hver gang en ferritstav passerer pick-up'en, sendes et signal til forstærkeren, der er monteret på siden af fordeleren, herved afbrydes tændspolens primære kredsløb, og der induceres en spænding i tændspolens sekundærvikling.





Fejlfindingskema

Afprøvning af Lucas elektronisk strømfordeler model 45DE.

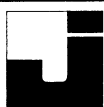


1

2

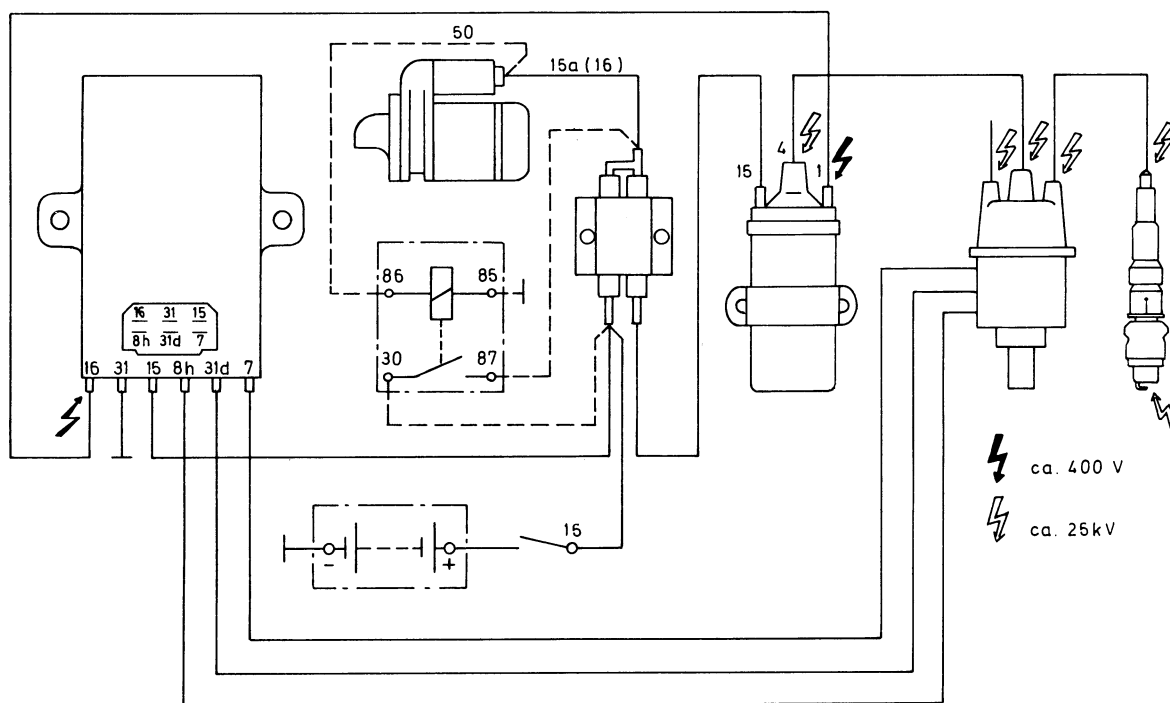
3

4



Opbygning

Tændingsanlægget består af en tændspole med formodstand, en strømfordeler med indbygget impuls giver af Hall-typen, samt en styreenhed der slutter og afbryder tændspolens primærstrøm.

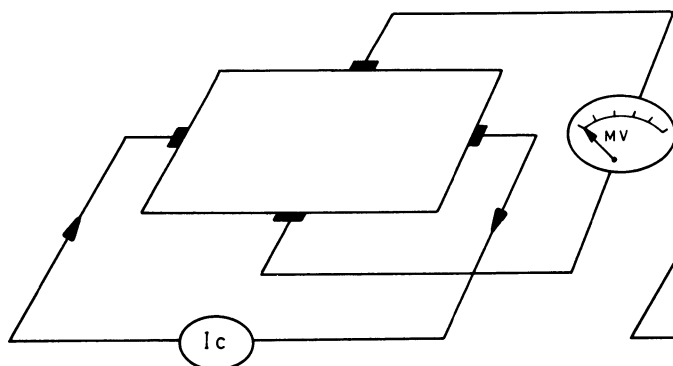


Hall-princip

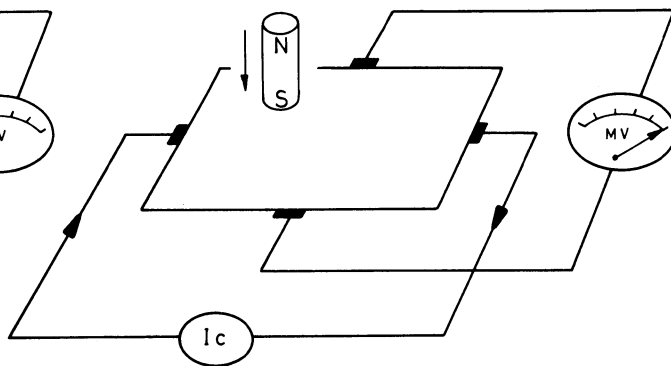
Impuls giveren, der er indbygget i strømfordeleren, virker efter Hall-princippet.

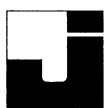
Sendes en strøm gennem en tynd plade eller en halvleder, som er anbragt vinkelret på et magnetfelt, vil der opstå en lille spændingsforskel vinkelret på strømretning og magnetfelt.

Uden magnetfelt



Med magnetfelt



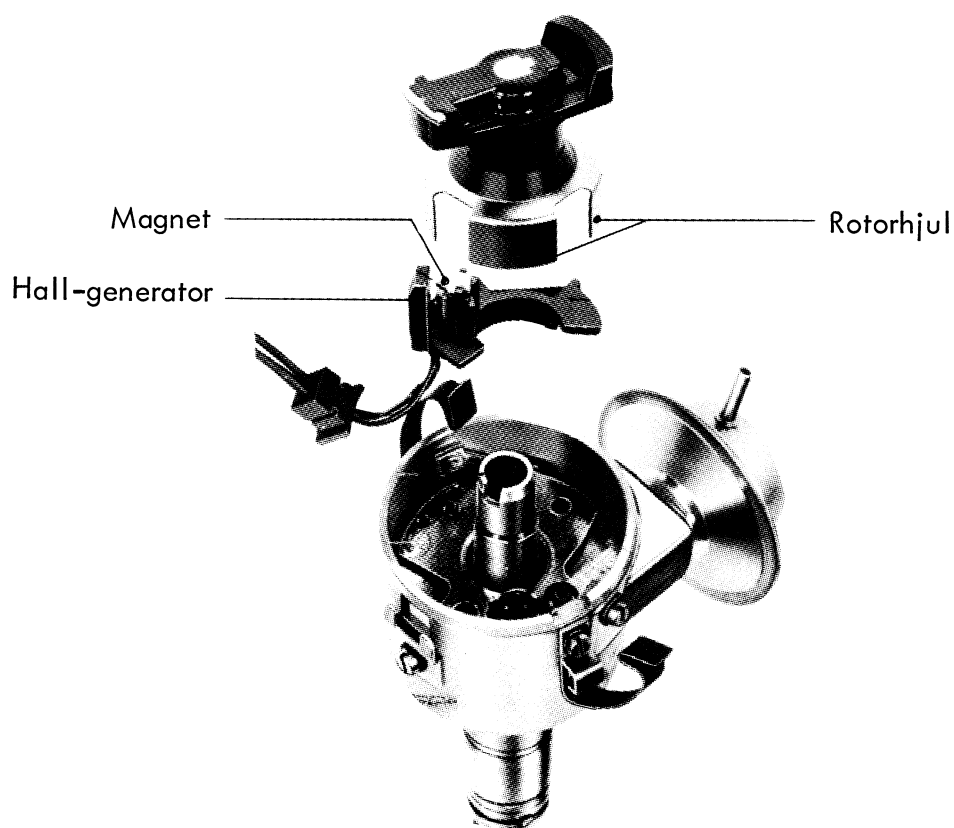


Strømfordeler

Hall-generatoren er placeret i strømfordeleren.

Rotoren er forsynet med et rotorhjul, som bevæges i luftmelletrummet mellem Hall-generatoren og en permanent magnet.

Rotorhjulet er fremstillet af blødt stål og opdelt i et antal flige, der svarer til motorens cylinderantal.

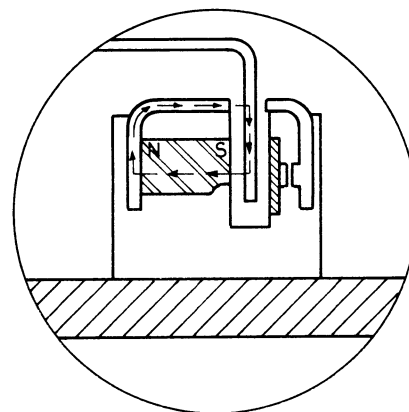
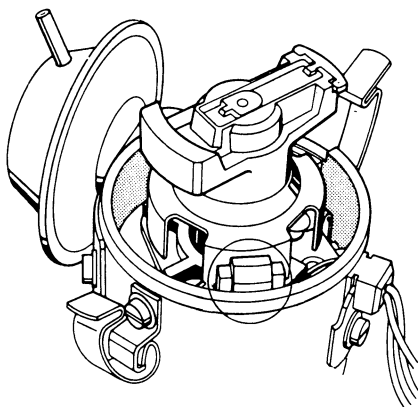




Funktion

Rotorhjulsflig ud for Hall-generator, tænding tilsluttet

Der flyder strøm fra styreenheden til Hall-generatoren. Hall-generatoren påvirkes ikke af magnetfeltet fra den permanente magnet og afgiver derfor ingen styrestrøm til styreenheden.



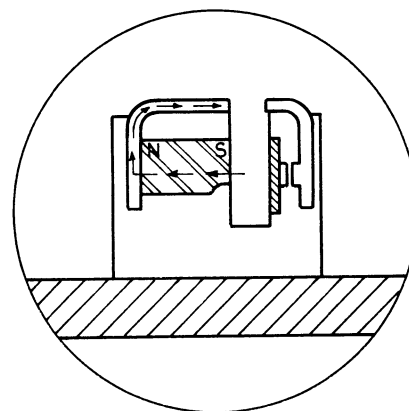
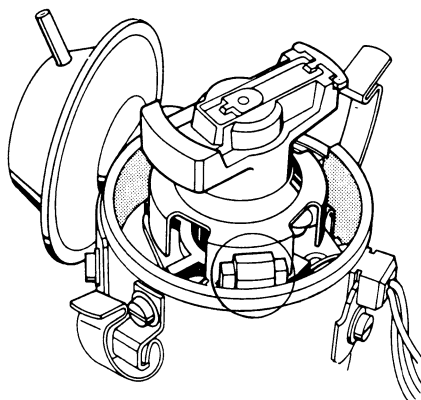
Styreenheden slutter primærstrømmen til tændspolen, når den ikke modtager signal fra Hall-generatoren.

Længden af rotorhjulsfligene er bestemmende for, hvor længe primærstrømmen flyder.

Kamvinklen er således indbygget i rotorhjulet.

Rotorhjulets åbning frigør Hall-generatoren, tænding tilsluttet

Tændingen sker i det øjeblik, Hall-generatoren påvirkes af magnetfeltet fra den permanente magnet, idet styreenheden afbryder primærstrømmen i det øjeblik, Hall-generatoren sender styrestrøm til styreenheden.



Fejlfinding

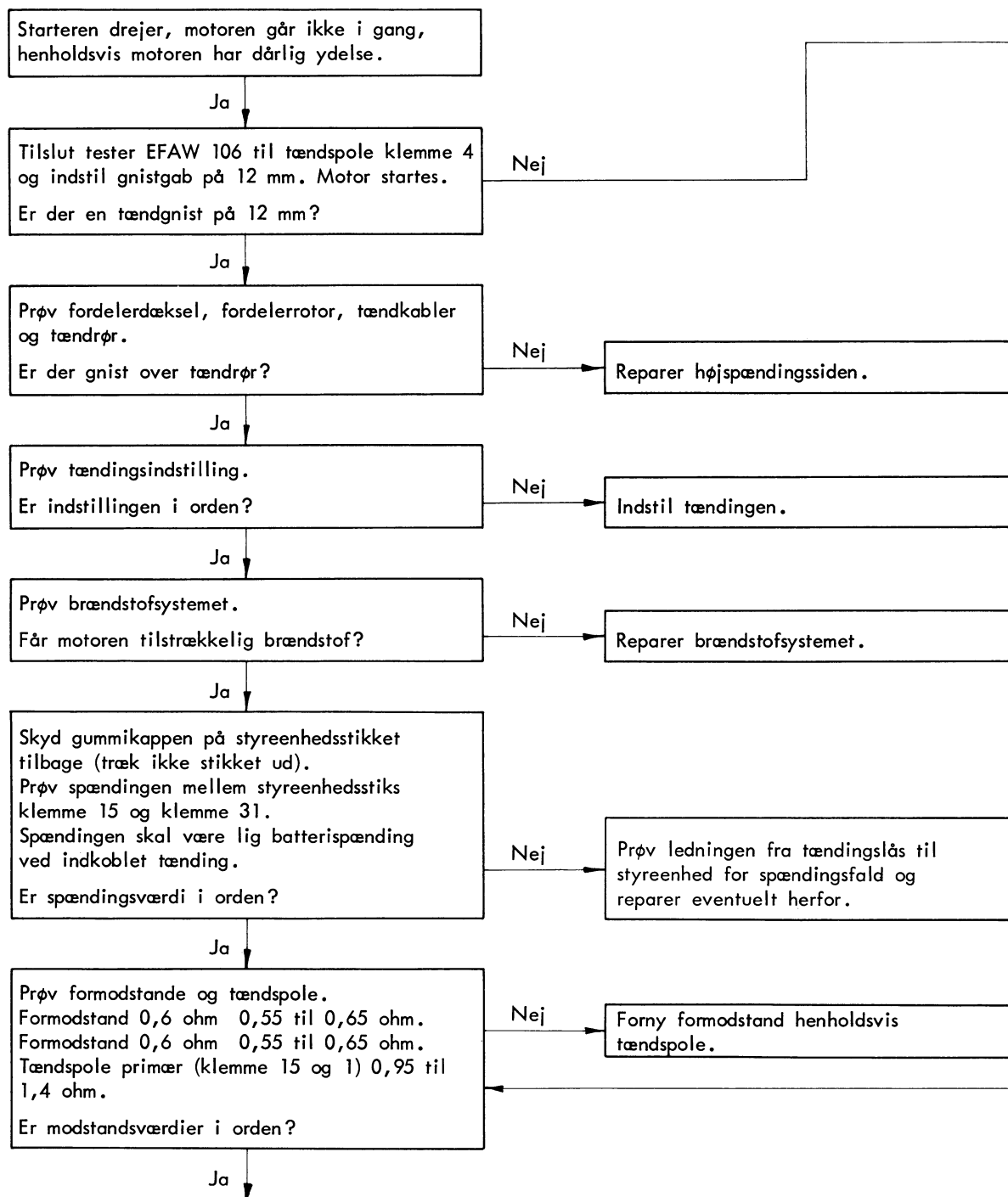
På de efterfølgende sider er beskrevet et fejlfindingsprogram, der er udarbejdet af Bosch.



Fejlfindingsprogram

Forudsætning for prøve:

Fuldt opladet batteri, brændstof i tanken, motor- henholdsvis omgivelsestemperatur 0° til +40°C. (Temperaturen har stærk indflydelse på måleværdierne).





Prøv startspændingsforøgelsen. Fraklem tilslutningsledningen fra starter klemme 15a (16) henholdsvis fra startspændingsforøgelsesrelæ klemme 87 til modstand 0,6 ohm og tilslut voltmetret. Betjen starteren. Voltmetret skal vise batterispænding.

Er startspændingsforøgelse i orden?

Nej

Afbrydelse af tilslutningskabel, kontakt 15a i startrelæ eller ved startspændingsforøgelsesrelæ reparerer.

Ja

Skub gummikappen på styreenhedsstikket tilbage (træk ikke stikket af).

Prøv spændingen mellem styreenhedsstiks klemme 15 og 31. Spændingen skal være lig batterispændingen ved indkoblet tænding.

Er spændingsværdi i orden?

Nej

Ledning fra tændingskontakt til styreenhed prøves for afbrydelse, henholdsvis spændingsfald og reparation udføres.

Ja

Spænding mellem styreenhedsstik klemme 8h og 31d skal være 0,5 V til 2 V under batterispændingen ved indkoblet tænding.

Er spændingsværdi i orden?

Nej

Afmonter styreenheden og afprøv den efter position 4.3 i prøvevejledning VDT-W-227/307. Hvis styreenheden er i orden, skal strømfordelerens magnetholder fornyes.

Ja

Afmonter fordelerrotor med blænderotor og støvbeskyttelsesdæksel.

Spænding mellem styreenhedsstik klemme 7 og 31d skal være lig/mindre end 0,4 V ved indkoblet tænding.

Er spændingsværdi i orden?

Nej

Magnetholderen defekt (fornyes).

Ja

Indbyg fordelerrotor med blænderotor. Hvis det er nødvendigt, drejes motoren ved kort start, indtil blænden står helt i magnetholderens luftspalte. Se figur 1.

Bemærk: Strømfordelerholdefjedrene må ikke falde ned i impulsgeversystemet, når motoren drejes med aftaget støvbeskyttelsesdæksel.

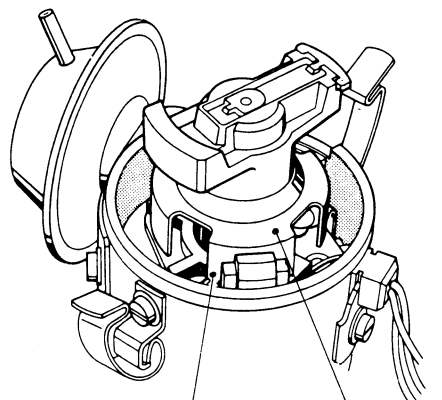
Spænding mellem styreenhedsstik klemme 7 og 31d skal være lig/større end 1,0 V ved indkoblet tænding.

Er spændingsværdi i orden?

Nej

Magnetholderen defekt (fornyes).

Ja



Blænde

Blænderotor

Fortsettelse fra side 4

Fordelerdæksel og støvbesskyttelsesdæksel aftages. Hvis det er nødvendigt, drejes motoren ved kort start så meget, at blænden står helt i magnetholderens luftspalte. Se figur 1.

Bemærk: Fordelerholdefjedrene må ikke falde ned i impulsgiversystemet ved drejning af motoren med aftaget støvbeskyttelsesdæksel. Spænding på tændspole klemme 15 til stel skal være lig/større end 5 V ved batterispænding på lig/større end 11 V og indkoblet tænding.

Er spændingsværdi i orden?

Nei

Prøv ledninger og tilslutninger på tændingskontakt, formodstand, tændspole og styreenhed for spændingsfald og foretag fornøden reparation.

Ja

Blænden skal som ved foregående måling stå helt i magnetholderens luftspalte. Se figur 1. Spændingen mellem tændspolens klemme 1 og stel skal være lig/større end 2,0 V ved indkoblet tænding.

Er spændingsværdi i orden?

Nei

Forny styreenheden.

Ja

Udtag fordelerrotor med blænderotor. Spændingen mellem tændspolens klemme 1 og stel skal ved indkoblet tænding være lig batterispændingen.

Er spændingsværdi i orden?

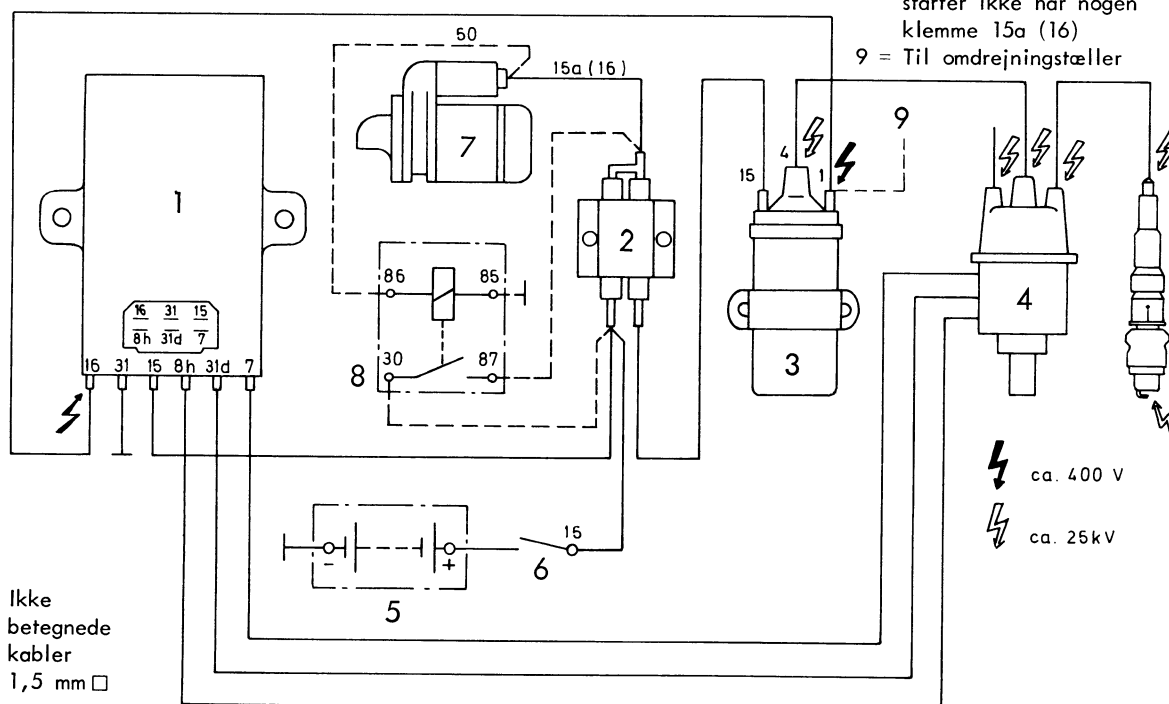
Nei

Forny styreenheden.

Ja

Motoren skal gå i gang, henholdsvis skal motorydelsen være normal, i modsat fald er der en mekanisk defekt.

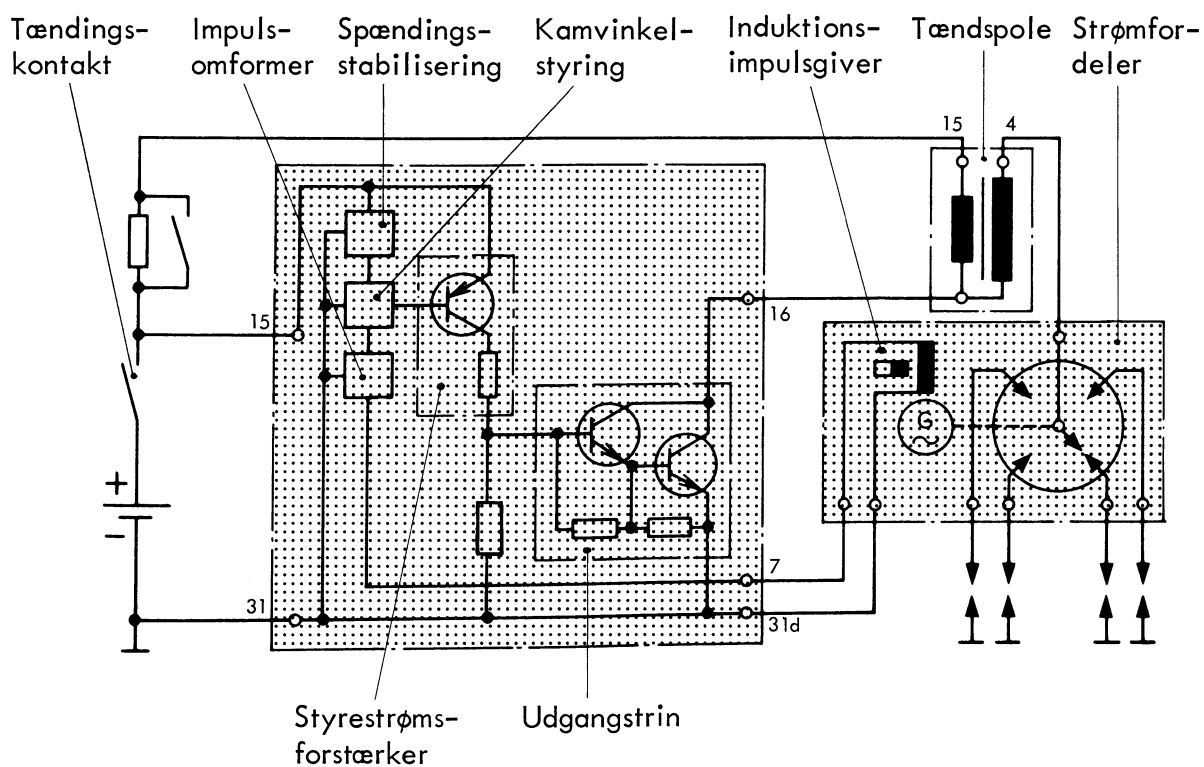
- 1 = Styreenhed
- 2 = Formodstand
- 3 = Tændspole
- 4 = Strømfordeler
- 5 = Batteri
- 6 = Tændingskontakt
- 7 = Starter
- 8 = Relæ tilsluttes kun, hvis starter ikke har nogen klemme 15a (16)
- 9 = Til omdrejningstæller





Opbygning

Tændingsanlægget består af en tændspole med formodstand, en strømfordeler med indbygget impulsgeber samt en styreenhed, der slutter og afbryder primærstrømmen samt regulerer kamvinklen under kørsel.



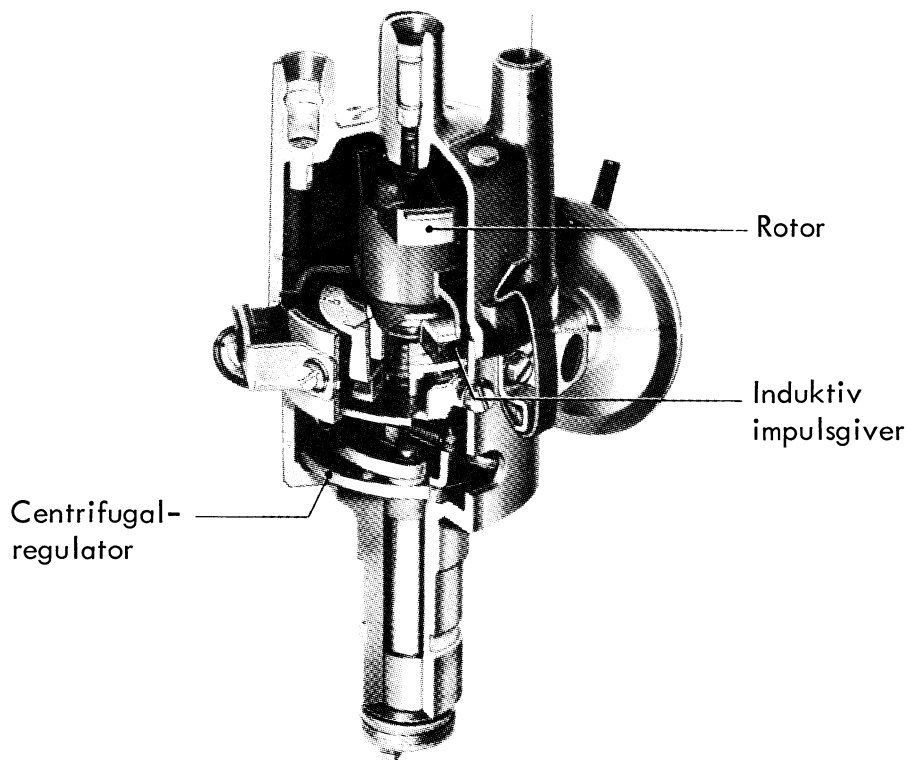


Strømfordeler

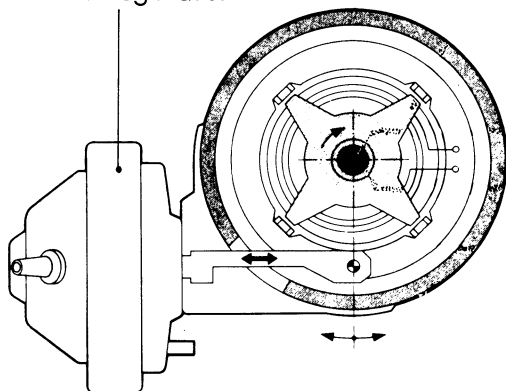
I strømfordeleren er der indbygget en induktiv impulsgiver, der afgiver styresignaler til styreenheden.

Fordelingen af tændspændingerne sker ved hjælp af en rotor og strømfordelerdæksel.

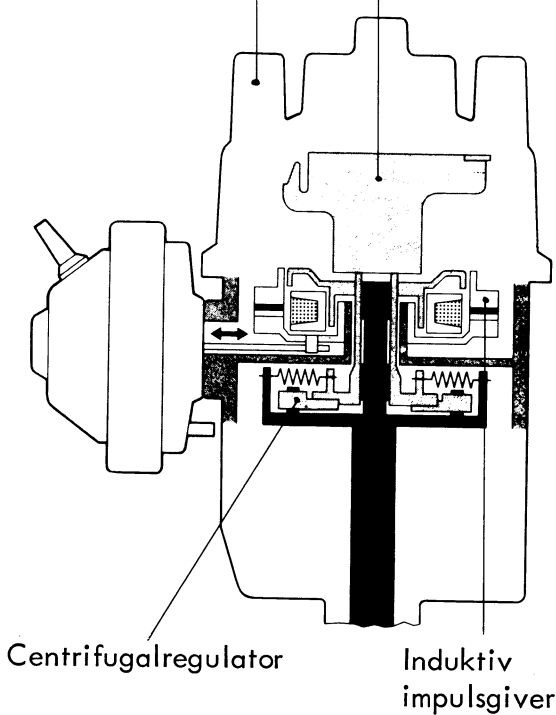
Strømfordelerdæksel



Vakuumregulator



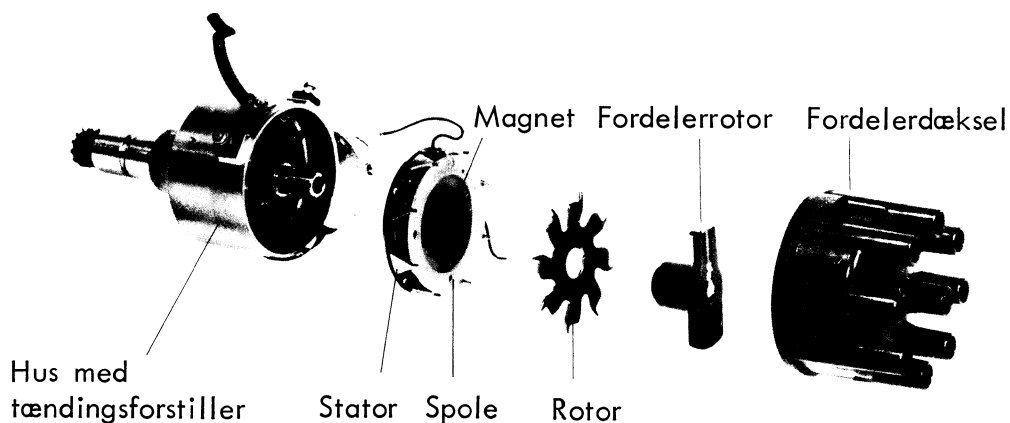
Strømfordelerdæksel Rotor





Impulsgiver

Impulsgiveren er udformet efter induktionsprincippet. Impulsgiveren består af en stator og en rotor.

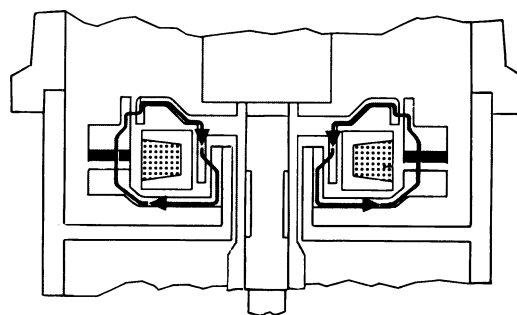
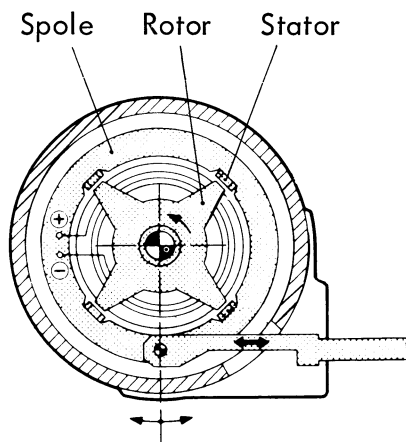


Statoren består af en permanent magnet udformet som en ring med polerne rettet henholdsvis op og ned samt en spoleinduktionsvikling.

Induktionsspolen danner sammen med den permanente magnet og kernen en fast enhed.

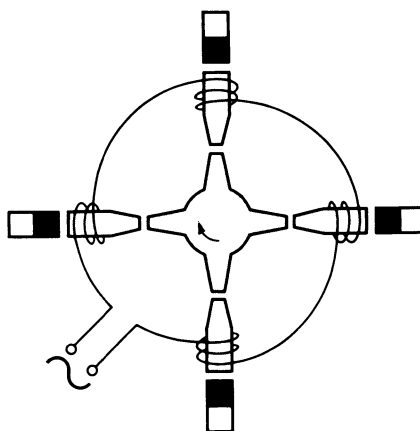
Kernen er fremstillet af blødt stål og har et antal tandformede fremspring, statortænder, der svarer til motorens cylinderantal.

Rotoren er fremstillet af blødt stål og har et tilsvarende antal tænder som rotoren.



Impulsgiverens
funktion

Magnetfeltet gennem spolen varierer under rotorens drejning. Magnetfeltet forstærkes, når rotortænderne nærmer sig statortænderne og er størst, når rotor og statortænder står lige ud for hinanden, idet rotorens bløde stål samler og leder magnetfeltet. Magnetfeltet svækkes igen, når rotortænderne fjernes fra statortænderne.

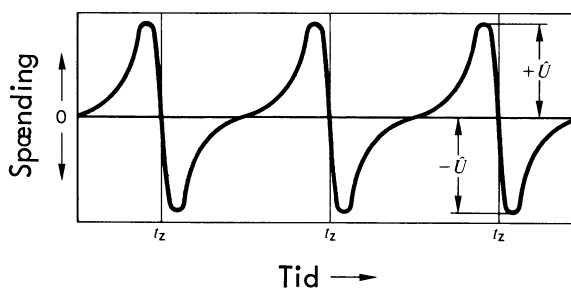


Det varierende magnetfelt inducerer en 1-faset vekselstrøm i spolen.

Spændingen stiger over spolens tilslutninger, når rotor- og statortænderne nærmer sig hinanden, idet det magnetiske kraftliniefelt forstærkes.

Spændingen har sin højeste positive værdi, når tænderne står over for hinanden.

Spændingen skifter lynhurtigt retning i det øjeblik, tænderne begynder at fjerne sig fra hinanden, idet magnetfeltet svækkes, når afstanden mellem rotor- og statortænder forøges.



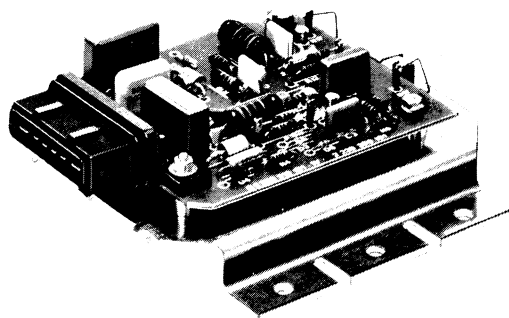
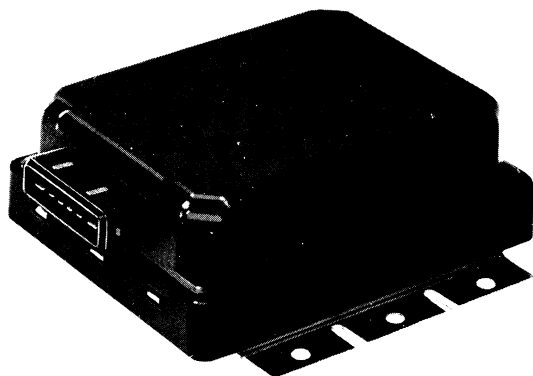
Når spændingen skifter polaritet, sker tændingen.

Spændingsværdierne fra impulsgiveren varierer fra ca. 0,5 V ved lavere omdrejninger til ca. 100 V ved højere omdrejningstal.



Styreenhed

Styreenheden er en elektronisk enhed, der styrer tændingsanlæggets primærstrøm ved hjælp af impulserne fra strømfordeleren.



Impulsgiverens vekselspændinger ledes frem til styreenhedens impulsomformer.

Impulsomformerens omdanner vekselspændingerne til firkantede strømimpulser. Disse strømimpulser ledes til enheden for kamvinkelstyring.

Strømimpulsernes varighed reguleres her efter motorens omdrejningstal. Strømimpulsernes længde er bestemmende for den tid, primærstrømmen flyder, og svarer derved til kamvinklen.

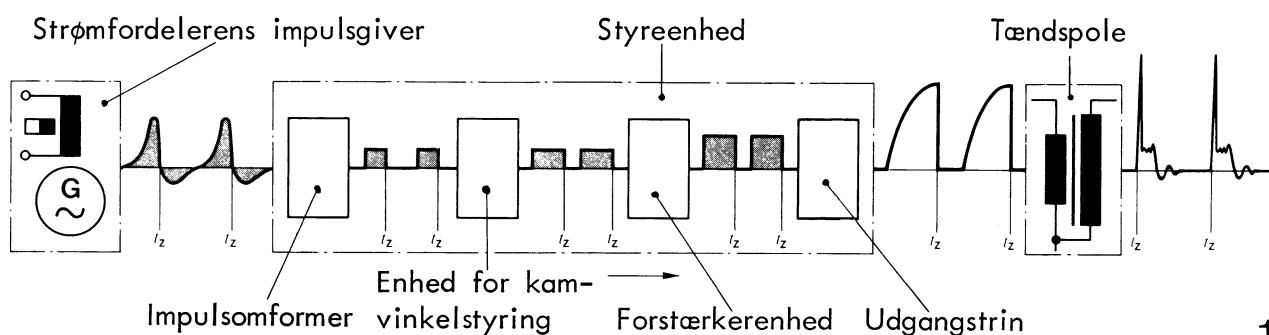
Enheden for kamvinkelstyring forøger strømimpulsernes længde i takt med omdrejningstallet og sikrer derved, at der akkumuleres tilstrækkelig energi i tændspolen ved alle omdrejningstal.

Strømimpulserne ledes fra enheden for kamvinkelstyring til forstærkerenheden, hvor strømimpulserne forstærkes.

De forstærkede firkantimpulser ledes til udgangstrinnet og styrer denne.

Udgangstrinnet slutter og afbryder primærstrømmen i takt med de tilførte impulser.

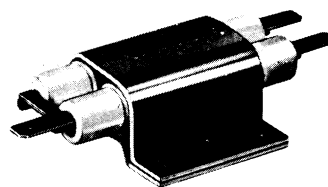
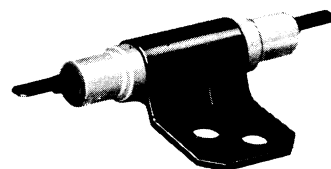
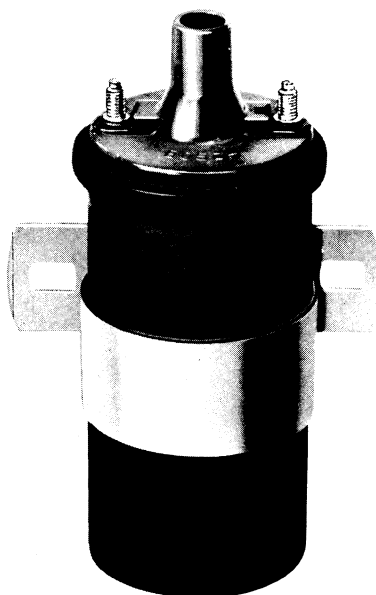
Primærstrømmen sluttes ved en hver strømimpuls begyndelse og afbrydes igen ved strømimpulsens afslutning.





Tændspole

Tændspolerne til dette anlæg er alle specielt tilpasset og kan være monteret med en eller to formodstande.



Tændingsjustering

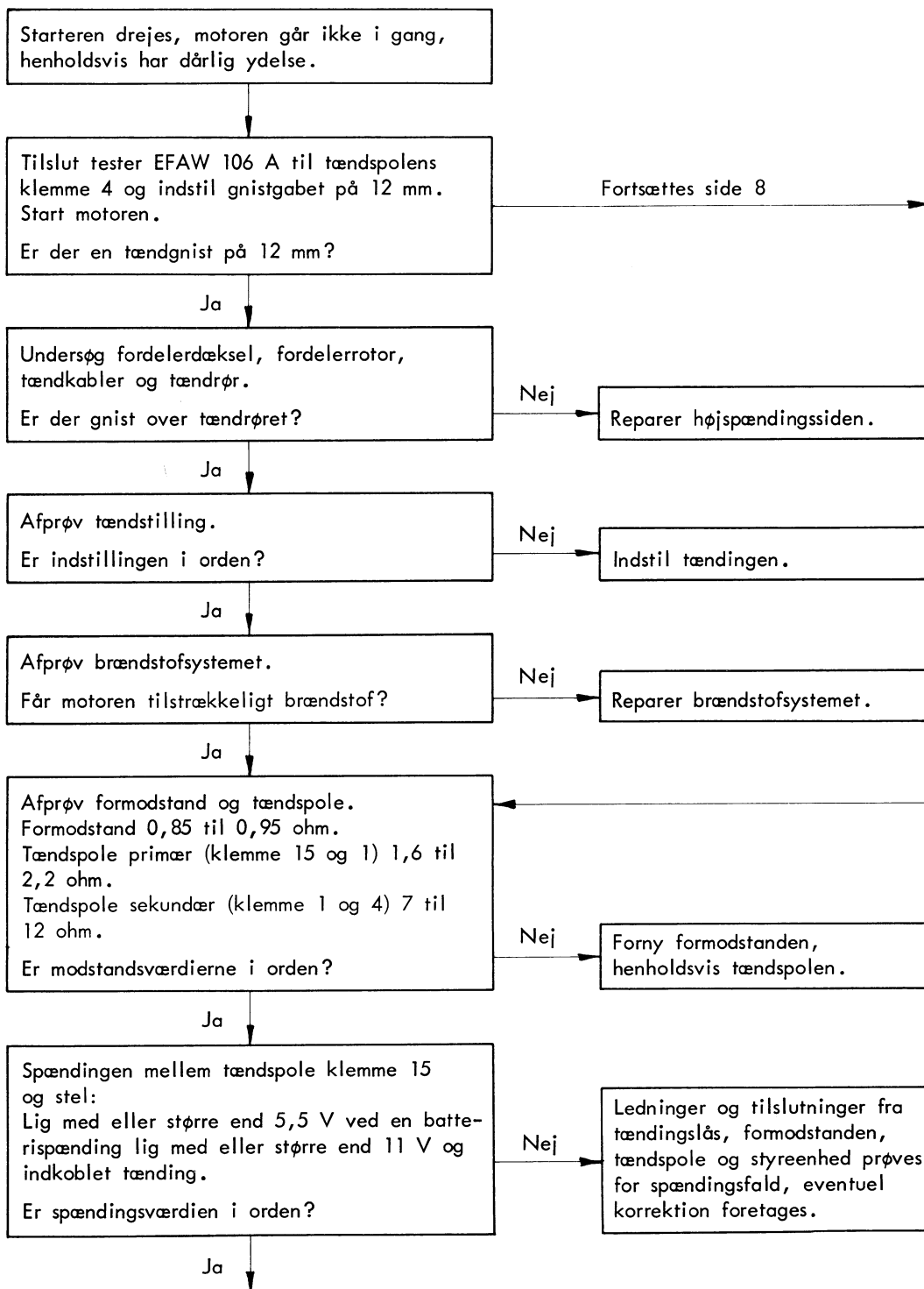
Den induktive impulsgiver bevirker, at tændingsjusteringen kun kan foretages dynamisk.



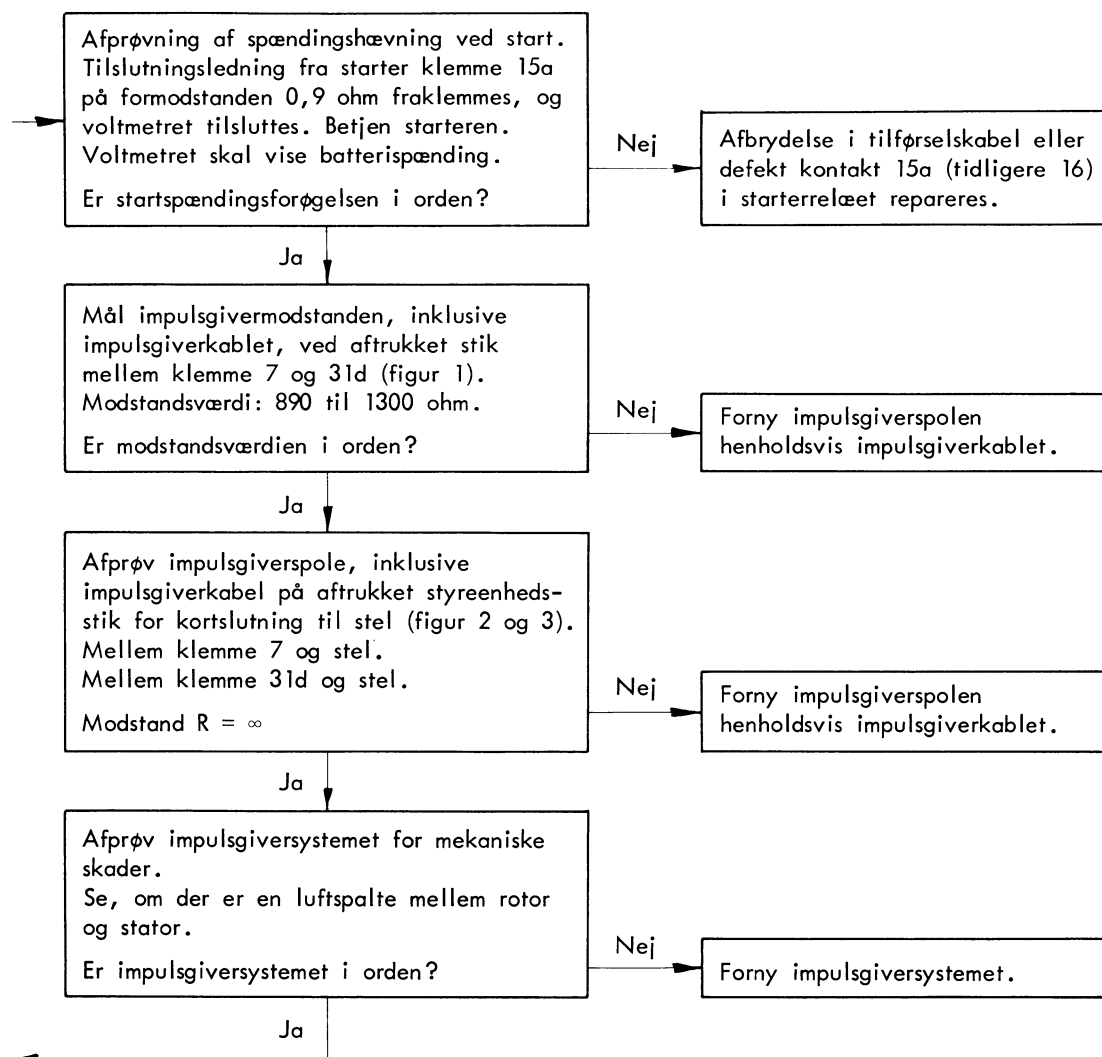
Fejlfindingsprogram

Forudsætning for prøve:

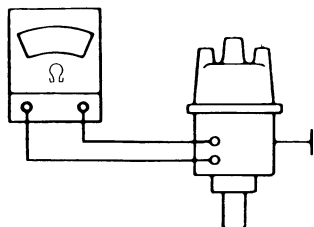
Fuldt opladet batteri, brændstof i tanken, motor- henholdsvis omgivelsestemperatur 0° til +40°C. (Temperaturen har stærk indflydelse på måleværdierne).



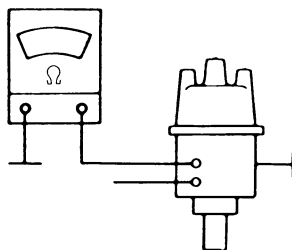
Fortættes side 9



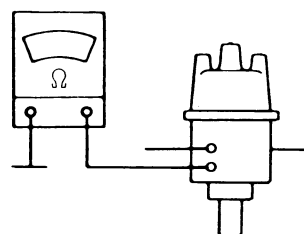
Fortsættes på side 7



Figur 1



Figur 2



Figur 3

Fortsettelse fra side 7

Prøv spændingen mellem styreenheden
klemme 15 og stel. Spændingen skal være
lig batterispændingen ved indkoblet tænding.
Spændingsværdi i orden?

Nei

Afprøv kabel fra tændingslås til styreenhed for spændingsfald og korreger, hvis nødvendigt.

Ja

Mål spændingen mellem tændspolens klemme 1 og stel, den skal være lig med eller mindre end 2,0 V ved indkoblet tænding.

Spændingsværdi i orden?

Nei

Forny styreenheden.

Ja

Afprøv lukkevinklen
(kun kortvarigt og med varm motor).
n = 1500 ± 50 min⁻¹ 52° til 70°
n = 5000 ± 50 min⁻¹ 42° til 68°
Er lukkevinkelværdien i orden?

Nei

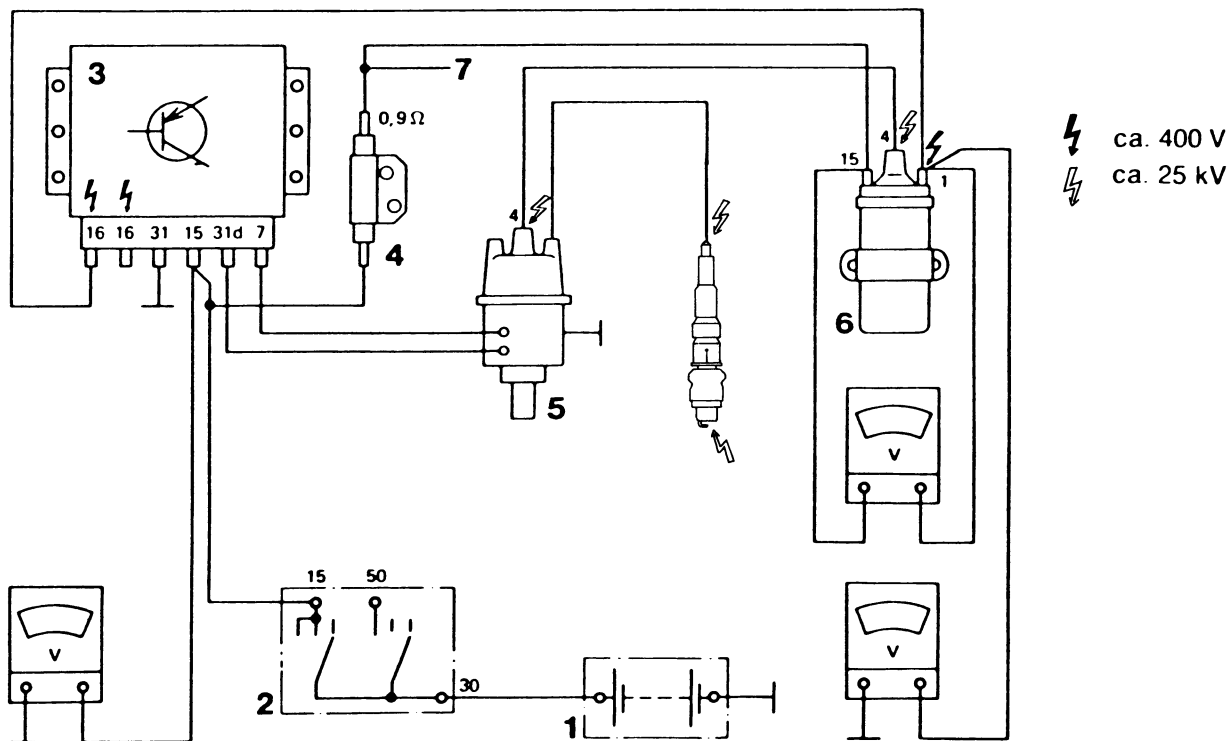
De på side 8 viste prøveanvisninger gennemføres:

1. Impulsgivermodstand. 2. Impuls-giverspole, kortslutning til stel.
3. Mekanisk afprøvning af impuls-giversystemet. Hvis impulsgiversyste-met er i orden, fornyes styreenheden.

Ja

Motoren skal gå i gang, respektive ydelsen skal være normal, i modsat fald forefindes mekanisk defekt uden for tændingsanlægget.

1. Batteri
2. Tændingskontakt
3. Styreenhed
4. Formodstand
5. Strømfordeler
6. Tændspole
7. Til starterklemme 15a (16)



1

2

3

4



Fejlfinding

Forstærkerenhed:

1. Visuel kontrol af tændingsanlægget, herunder specielt ledninger, der er ført igennem fordelerhuset.
2. Højspændingsspoleledning fjernes fra fordelerdæksel og placeres 10 til 12 mm fra stel.
3. Stik mellem fotocelle og forstærker adskilles.
4. Tænding tilsluttes.
5. Et voltmeter tilsluttes stikket til forstærkerenheden mellem rød og sort ledning.

Type MK 10 og MK 12

Spænding 7,5 V

Type MK 16

Spænding 7,5 til 8 V

6. Ved hjælp af en lus forbindes forstærkerenheden.

Type MK 10 og MK 12

Sort og blå

Type MK 16

Rød og blå

Når lusen fjernes, skal der springe en gnist fra højspændingskablet.

Er ovennævnte punkter i orden, er forstærkerenheden også i orden.

Fotocelle:

1. Stik mellem fotocelle og forstærkerenhed samles.
2. Voltmeter forbindes til blå og sort ledning med rotoren i stilling: Åben for lys skal måles:

Type MK 10 og 12

Spænding 0,1 til 0,2 V

med rotoren i stilling:

Spænding 0,6 til 0,9 V

Type MK 16

Spænding 1,8 V

Brudt lys skal måles:

Spænding 0,3 V

De forskellige typer kendes på:

MK 10 og MK 12 er i princippet ens, kendetegn for begge er, at forstærkerboksen er sorteloxeret og har et felt med siliconegummi og forsynet med tre monteringshuller.

Fotocellen er belagt med rød, blå eller grøn gummimasse.

MK 16, forstærkerboksen er en lukket aluminiumskasse forsynet med to monteringshuller.

Fotocellen er belagt med mørkebrun eller sort gummi-masse.

1

2

3

4

1

2

3

4



Opgave

1. Afmonter akkumulator samt rengør akkumulator og akkumulatorkurv, kun første motor.
2. Kontroller akkumulator med voltmeter og vægtfyldemåler.
3. Kontroller akkumulator med akkumulatortester.
4. Kontroller afladning og krybestrøm.
5. Kontroller akkumulatorforbindelse.
6. Vurder, hvilke målinger der overlapper hinanden.
7. Vurder, hvilke målinger der er nødvendigt for at vurdere en akkumulators tilstand og forbindelser.

Rengøring af
akkumulator

Akkumulator rengjort





Kontrol af akkumulator med voltmeter og vægtfyldemåler

Celle nr.	1	2	3	4	5	6
Vægtfylde						

Akkumulatorspænding	Ved aktiveret starter	V
	Ved blokeret starter	V

Starterspænding	Ved blokeret starter	V
	Ved aktiveret starter	V

Bemærkninger: _____

Kontrol af akkumulator med akkumulator-tester

OK	Defekt

Bemærkninger: _____

Kontrol af afladning

Vurdering	OK	Defekt
Volt V	V	V

Bemærkninger: _____

Kontrol af akkumulatorens forbindelser

Spændingsfald i starterens tilgangsside _____ V

Spændingsfald i starterens afgangsside _____ V

Samlet spændingsfald _____ V



Kontrol af akkumulator med voltmeter og vægtfyldemåler

Celle nr.	1	2	3	4	5	6
Vægtfylde						

Akkumulatorspænding	Ved aktiveret starter	V
	Ved blokeret starter	V

Starterspænding	Ved blokeret starter	V
	Ved aktiveret starter	V

Bemærkninger : _____

Kontrol af akkumulator med akkumulator-tester

OK	Defekt

Bemærkninger : _____

Kontrol af afladning

Vurdering	OK	Defekt
Volt V	V	V

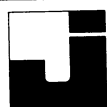
Bemærkninger : _____

Kontrol af akkumulatorens forbindelser

Spændingsfald i starterens tilgangsside _____ V

Spændingsfald i starterens afgangsside _____ V

Samlet spændingsfald _____ V



Kontrol af akkumulator med voltmeter og vægtyldemåler

Celle nr.	1	2	3	4	5	6
Vægtfylde						

Akkumulatorspænding	Ved aktiveret starter	V
	Ved blokeret starter	V

Starterspænding	Ved blokeret starter	V
	Ved aktiveret starter	V

Bemærkninger: _____

Kontrol af akkumulator med akkumulator-tester

OK	Defekt

Bemærkninger: _____

Kontrol af afladning

Vurdering	OK	Defekt
Volt V	V	V

Bemærkninger: _____

Kontrol af akkumulatorens forbindelser

Spændingsfald i starterens tilgangsside _____ V

Spændingsfald i starterens afgangsside _____ V

Samlet spændingsfald _____ V



Vurdering
af målinger

Hvilke målinger overlapper hinanden? _____

Vurdering af
nødvendige
målinger

Hvilke målinger er nødvendige for at vurdere akkumula-
torenes og forbindelsernes tilstand?

Lærerens bemærkninger: _____

✓

✓

✓

✓



Opgave

1. Kontroller og juster tændrør.
2. Afmonter strømfordeler og udskift kontaktsæt.
3. Monter strømfordeler og kontroller kontaktsæt.
4. Juster kamvinkel og kontroller kamvinkelændring.
5. Juster tændingstidspunkt.
6. Mål spænding til tændspole ved hvilestrøm og roterende starter.
7. Mål modstand i sekundærkredsløb.
8. Kontroller overgang i sekundærkredsløb.



Kontrol og
justering af
tændrør

Tændrørs- tilstand	Cyl. 1	Cyl. 2	Cyl. 3	Cyl. 4	Cyl. 5	Cyl. 6
OK						
Defekt						

Tændrørs afstand justeret til _____ data _____

Bemærkninger: _____

Afmontering af
strømfordeler

Strømfordeler Afmonteret ☐

Kontaktsæt Udskiftet ☐

Kontrolleret ☐

Montering af
strømfordeler

Strømfordeler Monteret ☐

Kontaktsættets tilstand:

Kontaktmodstand

OK	Defekt

Overgang

OK	Defekt

Bemærkninger: _____

Justering af
kamvinkel

Kamvinkel justeret til _____ data _____

Kamvinkelændring _____

Bemærkninger: _____
_____Justering af
tændingstidspunktData _____ Statisk ☐ Dynamisk ☐

Tændingsmærke _____

Justeret _____ Statisk ☐ Dynamisk ☐Bemærkninger: _____
_____Måling af
spænding til
tændspole

Spænding til tændspole statisk _____ V

Spænding til tændspole med roterende starter _____ V

Spolen er med formodstand

Ja	Nej

Spolen tilføres højere spænding
under start

Ja	Nej



Måling af
sekundær-
modstand

Modstand i:

Kabel mellem spole og dæksel _____

Strømfordelerdækslets kul _____

Rotoren _____

Forbindelsen fra dæksel og til tændrør i cyl.

1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____

Måleresultater vurderes _____

Bemærkninger: _____

Kontrol af
overgang i
sekundær-
kredsløbet

OK	Defekt

Bemærkninger: _____

Kontrol og
justering af
tændrør

Tændrørs- tilstand	Cyl. 1	Cyl. 2	Cyl. 3	Cyl. 4	Cyl. 5	Cyl. 6
OK						
Defekt						

Tændrørs afstand justeret til _____ data _____

Bemærkninger: _____

Afmontering af
strømfordeler

Strømfordeler Afmonteret

☐

Kontaktsæt Udskiftet

☐

Kontrolleret

☐Montering af
strømfordeler

Strømfordeler Monteret

☐

Kontaktsættets tilstand:

Kontaktmodstand

OK	Defekt

Overgang

OK	Defekt

Bemærkninger: _____

Justering af
kamvinkel

Kamvinkel justeret til _____ data _____

Kamvinkelændring _____

Bemærkninger: _____

Justering af
tændingstidspunkt

Data _____ Statisk ☐ Dynamisk ☐

Tændingsmærke _____

Justeret _____ Statisk ☐ Dynamisk ☐

Bemærkninger: _____

Måling af
spænding til
tændspole

Spænding til tændspole statisk _____ V

Spænding til tændspole med roterende starter _____ V

Spolen er med formodstand

Ja	Nej
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Spolen tilføres højere spænding
under start

Ja	Nej
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Måling af
sekundær-
modstand

Modstand i:

Kabel mellem spole og dæksel _____

Strømfordelerdækslets kul _____

Rotoren _____

Forbindelsen fra dæksel og til tændrør i cyl.

1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____

Måleresultater vurderes _____

Bemærkninger: _____

Kontrol af
overgang i
sekundær-
kredsløbet

OK	Defekt

Bemærkninger: _____



Kontrol og
justering af
tændrør

Tændrørs- tilstand	Cyl. 1	Cyl. 2	Cyl. 3	Cyl. 4	Cyl. 5	Cyl. 6
OK						
Defekt						

Tændrørs afstand justeret til _____ data _____

Bemærkninger: _____

Afmontering af
strømfordeler

Strømfordeler Afmonteret ☐

Kontaktsæt Udskiftet ☐

Kontrolleret ☐

Montering af
strømfordeler

Strømfordeler Monteret ☐

Kontaktsættets tilstand:

Kontaktmodstand

OK	Defekt

Overgang

OK	Defekt

Bemærkninger: _____



Justering af
kamvinkel

Kamvinkel justeret til _____ data _____

Kamvinkelændring _____

Bemærkninger: _____

Justering af
tændingstidspunkt

Data _____ Statisk ☐ Dynamisk ☐

Tændingsmærke _____

Justeret _____ Statisk ☐ Dynamisk ☐

Bemærkninger: _____

Måling af
spænding til
tændspole

Spænding til tændspole statisk _____ V

Spænding til tændspole med roterende starter _____ V

Spolen er med formodstand

Ja	Nej
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Spolen tilføres højere spænding
under start

Ja	Nej
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Måling af
sekundær-
modstand

Modstand i:

Kabel mellem spole og dæksel _____

Strømfordelerdækslets kul _____

Rotoren _____

Forbindelsen fra dæksel og til tændrør i cyl.

1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____

Måleresultater vurderes _____

Bemærkninger: _____

Kontrol af
overgang i
sekundær-
kredsløbet

OK	Defekt

Bemærkninger: _____

Kontrol og
justering af
tændrør

Tændrørs- tilstand	Cyl. 1	Cyl. 2	Cyl. 3	Cyl. 4	Cyl. 5	Cyl. 6
OK						
Defekt						

Tændrørs afstand justeret til _____ data _____

Bemærkninger: _____

Afmontering af
strømfordeler

Strømfordeler

Afmonteret

☐

Kontaktsæt

Udskiftet

☐

Kontrolleret

☐Montering af
strømfordeler

Strømfordeler

Monteret

☐

Kontaktsættets tilstand:

Kontaktmodstand

OK	Defekt

Overgang

OK	Defekt

Bemærkninger: _____

Justering af
kamvinkel

Kamvinkel justeret til _____ data _____

Kamvinkelændring _____

Bemærkninger: _____

Justering af
tændingstidspunkt

Data _____ Statisk ☐ Dynamisk ☐

Tændingsmærke _____

Justeret _____ Statisk ☐ Dynamisk ☐

Bemærkninger: _____

Måling af
spænding til
tændspole

Spænding til tændspole statisk _____ V

Spænding til tændspole med roterende starter _____ V

Spolen er med formodstand

Ja	Nej

Spolen tilføres højere spænding
under start

Ja	Nej



Måling af
sekundær-
modstand

Modstand i:

Kabel mellem spole og dæksel _____

Strømfordelerdækslets kul _____

Rotoren _____

Forbindelsen fra dæksel og til tændrør i cyl.

1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____

Måleresultater vurderes _____

Bemærkninger: _____

Kontrol af
overgang i
sekundær-
kredsløbet

OK	Defekt

Bemærkninger: _____



Kontrol og
justering af
tændrør

Tændrørs- tilstand	Cyl. 1	Cyl. 2	Cyl. 3	Cyl. 4	Cyl. 5	Cyl. 6
OK						
Defekt						

Tændrørs afstand justeret til _____ data _____

Bemærkninger: _____

Afmontering af
strømfordeler

Strømfordeler Afmonteret ☐

Kontaktsæt Udskiftet ☐

Kontrolleret ☐

Montering af
strømfordeler

Strømfordeler Monteret ☐

Kontaktsættets tilstand:

Kontaktmodstand

OK	Defekt

Overgang

OK	Defekt

Bemærkninger: _____

Justeret af
kamvinkel

Kamvinkel justeret til _____ data _____

Kamvinkelændring _____

Bemærkninger: _____
_____Justeret af
tændingstidspunktData _____ Statisk ☐ Dynamisk ☐

Tændingsmærke _____

Justeret _____ Statisk ☐ Dynamisk ☐Bemærkninger: _____
_____Måling af
spænding til
tændspole

Spænding til tændspole statisk _____ V

Spænding til tændspole med roterende starter _____ V

Spolen er med formodstand

Ja	Nej

Spolen tilføres højere spænding
under start

Ja	Nej



Måling af
sekundær-
modstand

Modstand i:

Kabel mellem spole og dæksel _____

Strømfordelerdækslets kul _____

Rotoren _____

Forbindelsen fra dæksel og til tændrør i cyl.

1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____

Måleresultater vurderes _____

Bemærkninger: _____

Kontrol af
overgang i
sekundær-
kredsløbet

OK	Defekt

Bemærkninger: _____



Kontrol og
justering af
tændrør

Tændrørs- tilstand	Cyl. 1	Cyl. 2	Cyl. 3	Cyl. 4	Cyl. 5	Cyl. 6
OK						
Defekt						

Tændrørs afstand justeret til _____ data _____

Bemærkninger: _____

Afmontering af
strømfordeler

Strømfordeler Afmonteret

☐

Kontaktsæt Udskiftet

☐

Kontrolleret

☐

Montering af
strømfordeler

Strømfordeler Monteret

☐

Kontaktsættets tilstand:

Kontaktmodstand

Overgang

OK	Defekt

OK	Defekt

Bemærkninger: _____



Justering af
kamvinkel

Kamvinkel justeret til _____ data _____

Kamvinkelændring _____

Bemærkninger: _____

Justering af
tændingstidspunkt

Data _____ Statisk ☐ Dynamisk ☐

Tændingsmærke _____

Justeret _____ Statisk ☐ Dynamisk ☐

Bemærkninger: _____

Måling af
spænding til
tændspole

Spænding til tændspole statisk _____ V

Spænding til tændspole med roterende starter _____ V

Spolen er med formodstand

Ja	Nej
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Spolen tilføres højere spænding
under start

Ja	Nej
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Måling af
sekundær-
modstand

Modstand i:

Kabel mellem spole og dæksel _____

Strømfordelerdækslets kul _____

Rotoren _____

Forbindelsen fra dæksel og til tændrør i cyl.

1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____

Måleresultater vurderes _____

Bemærkninger: _____

Kontrol af
overgang i
sekundær-
kredsløbet

OK	Defekt

Bemærkninger: _____

1

2

3

4



Opgave

1. Afmonter, adskil og monter strømfordeler, kun første motor.
2. Kontroller centrifugalregulering.
3. Kontroller vakuumregulering med motorens vakuum.
4. Kontroller vakuumregulering med vakuumpumpe.
5. Juster tændingstidspunkt.

Afmontering, adskillelse og montering af strømfordeler

Strømfordeler adskilt

☐

Delenes tilstand _____

Kontrol af centrifugalregulering

Fremrykning

Krumtapomdrejninger					
Krumtapgrader, data					
Måleresultat					

Bemærkninger: _____

Kontrol af vakuumregulering med motorvakuum

Samlet tændingsforstilling ved _____ rpm. _____ grader

Centrifugalreguleringsforstilling ved _____ rpm. _____ grader

Vakuumreguleringens totale forstilling _____ grader

Bemærkninger: _____

Kontrol af vakuumregulering med vakuumpumpe

Regulering begynder _____ data _____

Regulering slutter _____ data _____

Maksimal forstilling _____ data _____

Regulering sker jævnt

☐

Bemærkninger: _____



Afmontering, adskillelse og montering af strømfordeler

Strømfordeler adskilt



Delenes tilstand _____

Kontrol af centrifugalregulering

Fremrykning

Krumtapomdrejninger					
Krumtapgrader, data					
Måleresultat					

Bemærkninger: _____

Kontrol af vakuumregulering med motorvakuum

Samlet tændingsforstilling ved _____ rpm. _____ grader

Centrifugalreguleringsforstilling ved _____ rpm. _____ grader

Vakuumreguleringens totale forstilling _____ grader

Bemærkninger: _____

Kontrol af vakuumregulering med vakuumpumpe

Regulering begynder _____ data _____

Regulering slutter _____ data _____

Maksimal forstilling _____ data _____

Regulering sker jævnt



Bemærkninger: _____

Afmontering, adskillelse og montering af strømfordeler

Strømfordeler adskilt

☐

Delenes tilstand _____

Kontrol af centrifugalregulering

Fremrykning

Krumtapomdrejninger					
Krumtapgrader, data					
Måleresultat					

Bemærkninger: _____

Kontrol af vakuumregulering med motorvakuum

Samlet tændingsforstilling ved _____ rpm. _____ grader

Centrifugalreguleringsforstilling ved _____ rpm. _____ grader

Vakuumreguleringens totale forstilling _____ grader

Bemærkninger: _____

Kontrol af vakuumregulering med vakuumpumpe

Regulering begynder _____ data _____

Regulering slutter _____ data _____

Maksimal forstilling _____ data _____

Regulering sker jævnt

☐

Bemærkninger: _____



Afmontering, adskillelse og montering af strømfordeler

Strømfordeler adskilt



Delenes tilstand _____

Kontrol af centrifugalregulering

Fremrykning

Krumtapomdrejninger					
Krumtapgrader, data					
Måleresultat					

Bemærkninger: _____

Kontrol af vakuumregulering med motorvakuum

Samlet tændingsforstilling ved _____ rpm. _____ grader

Centrifugalreguleringsforstilling ved _____ rpm. _____ grader

Vakuumreguleringens totale forstilling _____ grader

Bemærkninger: _____

Kontrol af vakuumregulering med vakuumpumpe

Regulering begynder _____ data _____

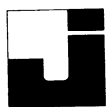
Regulering slutter _____ data _____

Maksimal forstilling _____ data _____

Regulering sker jævnt



Bemærkninger: _____



Afmontering, adskillelse og montering af strømfordeler

Strømfordeler adskilt

☐

Delenes tilstand _____

Kontrol af centrifugalregulering

Fremrykning

Krumtapomdrejninger					
Krumtapgrader, data					
Måleresultat					

Bemærkninger: _____

Kontrol af vakuumregulering med motorvakuum

Samlet tændingsforstilling ved _____ rpm. _____ grader

Centrifugalreguleringsforstilling ved _____ rpm. _____ grader

Vakuumreguleringens totale forstilling _____ grader

Bemærkninger: _____

Kontrol af vakuumregulering med vakuumpumpe

Regulering begynder _____ data _____

Regulering slutter _____ data _____

Maksimal forstilling _____ data _____

Regulering sker jævnt

☐

Bemærkninger: _____



Afmontering, adskillelse og montering af strømfordeler

Strømfordeler adskilt



Delenes tilstand _____

Kontrol af centrifugalregulering

Fremrykning

Krumtapomdrejninger					
Krumtapgrader, data					
Måleresultat					

Bemærkninger: _____

Kontrol af vakuumregulering med motorvakuum

Samlet tændingsforstilling ved _____ rpm. _____ grader

Centrifugalreguleringsforstilling ved _____ rpm. _____ grader

Vakuumreguleringens totale forstilling _____ grader

Bemærkninger: _____

Kontrol af vakuumregulering med vakuumpumpe

Regulering begynder _____ data _____

Regulering slutter _____ data _____

Maksimal forstilling _____ data _____

Regulering sker jævnt



Bemærkninger: _____



Justering af
tændingstidspunkt

Tændingstidspunkt justeret til _____

Lærerens bemærkninger: _____



Opgave

1. Vurder gnistlængde ved tændspole og tændrør.
2. Kontroller tændingstidspunkt.
3. Kontroller tændingsregulering.
4. Kontroller sekundærkredsløb for overgang og modstand.
5. Kontroller impulsgeber og styreenhed efter fabrikkens anvisninger samt vurder impulsgebers og styreenheds tilstand.

Vurdering af gnistlængde

Gnist ved spole

maks. mm _____

Vurdering

OK	Defekt

Gnist ved tændrør

maks. mm _____

Vurdering

OK	Defekt

Bemærkninger: _____

Kontrol af tændingstidspunkt

Data _____

Statisk

☐

Dynamisk

☐

Tændingsmærke _____

Målt _____

Statisk

☐

Dynamisk

☐

Bemærkninger: _____

Kontrol af tændingsregulering

Centrifugalregulering-fremrykning

Krumtapomdrejninger					
Krumtapgrader, data					
Krumtapgrader, måleresultat					



Kontrol af vakuum-
regulering med
motorvakuum

Samlet tændingsforstilling ved _____ rpm. _____ grader

Centrifugalreguleringsforstilling ved _____ rpm. _____ grader

Vakuumreguleringens totale forstilling _____ grader

Bemærkninger: _____

Kontrol af vakuum-
regulering med
vakuumpumpe

Regulering begynder _____ data _____

Regulering slutter _____ data _____

Reguleringen sker jævnt

☐

Maksimal forstilling _____ data _____

Måling af sekun-
dærmodstand

Modstand i:

Kabel mellem spole og dæksel _____

Strømfordelerdækslets kul _____

Rotoren _____

Forbindelsen fra dæksel og til tændrør i cyl.

1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____

Måleresultater vurderes _____

Bemærkninger: _____



Kontrol af overgang i sekundærkredsløbet

OK	Defekt

Bemærkninger : _____

Kontrol af impuls giver og styreenhed

Impulsgiver

OK	Defekt

Bemærkninger : _____

Styreenhed

OK	Defekt

Bemærkninger : _____

1

2

3

4



Opgave

1. Afmonter tændingsanlæg.
2. Kontroller strømfordelerens mekaniske tilstand, herunder strømfordelerknast, aksel og lejer samt kontaktplader og deres lejring.
3. Udmål centrifugalregulering.
4. Udmål vakuumregulering.
5. Adskil strømfordeler og kontroller dele. Lærerens kontrol af dele.
6. Saml strømfordeler.
7. Kontroller strømfordelerens mekaniske tilstand, herunder strømfordelerknast, aksel og lejer samt kontaktpladen og dennes lejring.
8. Udmål centrifugalregulering.
9. Udmål vakuumregulering.
10. Afprøv tændingsanlæggets elektriske funktion ved hjælp af gnistgab, herunder gnistlængde og styrke ved forskellige hastigheder samt anlæggets isolation.
11. Monter tændingsanlægget og aflever motor.

Kontrol af strøm-
fordelerens meka-
niske stand

Knastsymmetri

Cyl. antal	Afvigelse i °

Strømfordelerkontaktens tilstand

Kontaktmodstand		Isolation	
OK	Defekt	OK	Defekt

Kamvinkel

Data	Justering

Kamvinkelændring ved varierende omdrejningstal _____ °

Kamvinkelændring ved varierende vakuumforstilling _____ °



Udmåling af
centrifugal-
regulering

Fordeleromdrejninger	Fordelergrader	Data

Udmåling af
vakuumregulering

Vakuumdåsens tæthed

OK	Defekt

Vakuumforstilling

mm HG.	Fordelergrader	Data

Adskillelse af
strømfordeler

Delenes tilstand _____

Lærerens bemærkninger: _____



Kontrol af strøm-
fordelerens meka-
niske stand efter
samling

Knastsymmetri

Cyl. antal	Afvigelse i °

Strømfordelerkontakternes tilstand

Kontaktmodstand		Isolation	
OK	Defekt	OK	Defekt

Kamvinkel

Data	Justering

Kamvinkelændring ved varierende omdrejningstal _____ °

Kamvinkelændring ved varierende vakuumforstilling _____ °

Udmåling af
centrifugal-
regulering

Fordeleromdrejninger	Fordelergrader	Data

Udmåling af
vakuumregulering

Vakuumdåsens tæthed

OK	Defekt

Vakuumforstilling

mm HG.	Fordelergrader	Data

Afprøvning af
tændingsanlæg-
gets elektriske
funktion

Gnistlængde og styrke ved forskellige hastigheder _____

Sekundærisolation _____

Bemærkninger: _____



Montering af
tændingsanlægget

Tændingstidspunkt

justeret _____ data _____

Statisk

☐

Dynamisk

☐

Tændingsmærke _____

Bemærkninger: _____

Lærerens bemærkninger: _____

1

2

3

4



Opgave

Opgaven omfatter følgende punkter:

1. Fejlfinding og reparation af motorer, tændingsanlæg og benzinanlæg
2. Klarmelding til læreren
3. Kontrol

Motor nr. 1

Motoren kan ikke starte.

Prøvekør motoren med motorbremse.

Fejlen/fejlene: _____

Lærerens bemærkninger: _____

Motor nr. 2

Motoren kan ikke gå tomgang/går dårlig tomgang.

Fejlen/fejlene: _____

Lærerens bemærkninger: _____

Motor nr. 3

Motoren trækker dårligt/sætter ud under kørsel.

Prøvekør motoren med motorbremse.

Fejlen/fejlene: _____

Lærerens bemærkninger: _____

Motor nr. 4

Motoren kan ikke starte.

Prøvekør motoren med motorbremse.

Fejlen/fejlene: _____

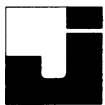
Lærerens bemærkninger: _____

Motor nr. 5

Motoren kan ikke gå tomgang/går dårlig tomgang.

Fejlen/fejlene: _____

Lærerens bemærkninger: _____

Motor nr. 6

Motoren trækker dårligt/sætter ud under kørsel.

Prøvekør motoren med motorbremse.

Fejlen/fejlene: _____

Læreren bemærkninger: _____

Motor nr. 7

Motoren kan ikke starte.

Prøvekør motoren med motorbremse.

Fejlen/fejlene: _____

Læreren bemærkninger: _____

Motor nr. 8

Motoren kan ikke gå tomgang/går dårlig tomgang.

Fejlen/fejlene: _____

Læreren bemærkninger: _____

Motor nr. 9

Motoren trækker dårligt/sætter ud under kørsel.

Prøvekør motoren med motorbremse.

Fejlen/fejlene: _____

Lærerens bemærkninger: _____

Motor nr. 10

Motoren kan ikke starte.

Prøvekør motoren med motorbremse.

Fejlen/fejlene: _____

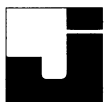
Lærerens bemærkninger: _____

Motor nr. 11

Motoren kan ikke gå tomgang/går dårlig tomgang.

Fejlen/fejlene: _____

Lærerens bemærkninger: _____



Motor nr. 12

Motoren trækker dårligt/sætter ud under kørsel.

Fejlen/fejlene: _____

Lærerens bemærkninger: _____

1

2

3

4